

GOVERNMENT OF INDIA

DEPARTMENT OF ARCHAEOLOGY

**CENTRAL ARCHAEOLOGICAL  
LIBRARY**

---

CALL No. 573 May-Sal

D.G A. 79.







MARTIN-SALLER · LEHRBUCH DER ANTHROPOLOGIE

Band I



*School of Archaeology.*

# LEHRBUCH DER ANTHROPOLOGIE

IN SYSTEMATISCHER DARSTELLUNG  
MIT BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER  
ANTHROPOLOGISCHEN METHODEN

Begründet von

RUDOLF MARTIN

DRITTE, VÖLLIG UMGEARBEITETE  
UND ERWEITERTE AUFLAGE

von

KARL SALLER

Dr. phil. et med.

o. ö. Professor f. Anthropologie a. d. Universität München

17875

BAND I

mit 312 Abbildungen und 8 Musterformularen



GUSTAV FISCHER VERLAG · STUTTGART

1957



CENTRAL ARCHAEOLOGICAL  
LIBRARY, NEW DELHI.

Acc. No ..... 17875 .....

Date... 17.2.60 .....

Call No..... 573/Mar/Sal .....

Gustav Fischer Verlag Stuttgart

1957

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung, vorbehalten

Printed in Germany

A. Oelschläger'sche Buchdruckerei, Calw

# Inhalt

	Seite
Vorworte . . . . .	1
I. Allgemeine Anthropologie . . . . .	8
A. Wesen und Aufgabe der Anthropologie . . . . .	8
Literatur . . . . .	11
B. Geschichte der Anthropologie . . . . .	13
Literatur . . . . .	17
C. Allgemeine Begriffe der Anthropologie . . . . .	19
1. Grundbegriffe der Erblicktheorie . . . . .	20
Literatur . . . . .	41
2. Grundbegriffe der Systematik . . . . .	45
Literatur . . . . .	54
D. Ordnung der Primaten einschließlich der Hominiden . . . . .	56
Literatur . . . . .	101
E. Klassifikation der Menschenrassen . . . . .	110
Literatur . . . . .	120
F. Gliederung der Konstitutionen . . . . .	122
Literatur . . . . .	133
II. Allgemeine Methoden der Anthropologie . . . . .	137
A. Methoden der Materialgewinnung . . . . .	137
1. Untersuchungen am Lebenden . . . . .	137
2. Totes Material . . . . .	138
a) Leichen und innere Organe . . . . .	138
b) Skelett . . . . .	141
3. Weitere Methoden . . . . .	146
B. Methoden der Messung und Beschreibung . . . . .	147
1. Allgemeine Gesichtspunkte . . . . .	147
2. Methoden der Reproduktion . . . . .	150
a) Photographie . . . . .	150
b) Zeichnerische Darstellung und Abdruckverfahren . . . . .	168
c) Plastische Reproduktion . . . . .	177
Literatur . . . . .	183
C. Methoden der Materialbearbeitung (Statistik) . . . . .	186
1. Wesen und Begründung statistischer Arbeitsweise . . . . .	186
a) Statistische Planung und Technik . . . . .	186
b) Graphische Darstellung . . . . .	191
c) Grundbegriffe statistischer Arbeit . . . . .	196
2. Gruppencharakteristika und ihr Vergleich . . . . .	198
a) Statistische Maßzahlen . . . . .	198
b) Vergleich von Häufigkeiten und Verteilungen . . . . .	200
c) Merkmalszusammenhänge (Korrelationen) . . . . .	216
a) Lineare Zusammenhänge . . . . .	217
b) Nichtlineare Zusammenhänge . . . . .	226
c) Mehrfachkorrelationen . . . . .	227
d) Geschwisterkorrelationen . . . . .	228
e) Beurteilung und Deutung von Korrelationen . . . . .	228
f) Streuungszerlegung (Varianzanalyse) . . . . .	231

d) Gruppenunterschiede in mehreren Merkmalen; die Stellung eines Individuums zu den Gruppen . . . . .	233
3. Erbstatistik . . . . .	241
a) Materialgewinnung und grundsätzliche Materialbeurteilung . . . . .	241
b) Erbstatistik in der Bevölkerung . . . . .	246
a) Allgemeines . . . . .	246
β) Die Zusammensetzung der Bevölkerung bei völliger Durchmischung (Panmixie) . . . . .	247
γ) Die Zusammensetzung einer nicht durchmischten Bevölkerung . . . . .	252
c) Erbstatistik in der Sippe . . . . .	253
d) Erbstatistik in der Familie . . . . .	256
a) Prüfung von Mendelziffern . . . . .	256
β) Methoden zum Ausgleich unvermeidbarer einseitiger Auslese . . . . .	256
γ) Mutter-Kind-Statistik . . . . .	260
δ) Faktorenkoppelung . . . . .	260
e) Zwillingsstatistik . . . . .	263
a) Zwillingsdiagnose . . . . .	263
β) Spezielle Zwillingsstatistik . . . . .	264
γ) Graphische Darstellung . . . . .	267
Literatur . . . . .	267
III. Systematische Anthropologie . . . . .	273
A. Somatische (morphologische und physiologische) Anthropologie . . . . .	273
1. Methodik . . . . .	273
a) Allgemeine Methoden . . . . .	273
a) Beobachtungsblätter . . . . .	273
β) Allgemeines über Messung und Beschreibung . . . . .	275
b) Morphologische Methoden . . . . .	277
a) Besonderes anthropologisches Instrumentarium . . . . .	277
β) Somatometrische Technik . . . . .	308
1. Allgemeine Bemerkungen . . . . .	308
2. Die wichtigsten somatometrischen Punkte . . . . .	311
3. Beschreibung der Messungen . . . . .	321
a) Messungen am Körper . . . . .	321
α) Projektivische Höhenmaße im Stehen (Nr. 1—22) . . . . .	323
β) Projektivische Höhenmaße im Sitzen und Knien (Nr. 23 bis 26) und entsprechend berechnete Maße . . . . .	329
γ) Längenmaße des Rumpfes (Nr. 27—34) und seiner Abschnitte . . . . .	330
δ) Breiten- und Tiefenmaße des Rumpfes (Nr. 35—44) . . . . .	331
ε) Längen- und Breitenmaße der oberen Extremität (Nr. 45—52) . . . . .	333
ζ) Längen- und Breitenmaße der unteren Extremität (Nr. 53—60) . . . . .	337
η) Umfänge (Nr. 61—70) . . . . .	339
θ) Gewicht (Nr. 71 und 71 (1)) . . . . .	342
ι) Körperproportionen und Indices . . . . .	348
b) Kephalometrie . . . . .	362
α) Längenmaße (Nr. 1 und 2) . . . . .	362
β) Breitenmaße (Nr. 3—14) . . . . .	363
γ) Höhenmaße (Nr. 15—28) . . . . .	366
δ) Maße des äußeren Ohrs (Ohrmuschel) (Nr. 29—36) . . . . .	370
ε) Ohradien (Nr. 37—41) . . . . .	372
ζ) Winkel (Nr. 42—44) . . . . .	373
η) Umfänge (Nr. 45—49) . . . . .	373
θ) Schädelkapazität am Lebenden (Index cubis) . . . . .	375
ι) Indices . . . . .	377
γ) Somatoskopische Technik . . . . .	385
1. Ernährungszustand . . . . .	385
2. Die Haut . . . . .	386
3. Haar . . . . .	390

	Seite
4. Mikroskopische Untersuchung von Haut und Haaren . . . . .	394
5. Auge . . . . .	398
6. Sonstige deskriptive Merkmale von Kopf und Gesicht . . . . .	401
7. Zähne . . . . .	413
8. Deskriptive Merkmale von Rumpf und Extremitäten . . . . .	415
Literatur . . . . .	426
δ) <b>Kraniometrische Technik</b> . . . . .	429
1. Allgemeine Technik . . . . .	429
2. Instrumentarium . . . . .	439
3. Die wichtigsten kraniometrischen Punkte und deren Bezeichnung . . . . .	440
4. Beschreibung der Messungen . . . . .	453
α) <b>Gehirnschädel</b> . . . . .	453
a) Längenmaße (Nr. 1—7) . . . . .	453
b) Breitenmaße (Nr. 8—16) . . . . .	455
c) Höhenmaße (Nr. 17—22) . . . . .	459
d) Umfänge, Bogen und Sehnen (Nr. 23—31) . . . . .	462
e) Winkel (Nr. 32—37) . . . . .	466
f) Volum- und Gewichtsbestimmung (Nr. 38 und 39) . . . . .	469
β) <b>Gesichtsschädel</b> . . . . .	474
a) Längenmaße (Nr. 40—42) . . . . .	474
b) Breitenmaße (Nr. 43—46) . . . . .	475
c) Höhenmaße (Nr. 47 und 48) . . . . .	476
d) Maße der Orbita und der Interorbitalregion (Nr. 49—53) . . . . .	477
e) Maße der Nasenregion (Nr. 54—59) . . . . .	479
f) Oberkiefer- und Gaumenmaße (Nr. 60—64) . . . . .	480
g) Unterkiefermaße (Nr. 65—71) . . . . .	481
h) Winkel (Nr. 72—79) . . . . .	482
i) Radien . . . . .	487
k) Zahnbogen- und Zahnmaße (Nr. 80 — 81) . . . . .	487
l) Indices . . . . .	488
ε) <b>Kraniographische Technik (Diagraphentechnik)</b> . . . . .	500
η) <b>Kranioskopische Technik</b> . . . . .	507
Literatur . . . . .	516
θ) <b>Osteometrische Technik</b> . . . . .	519
1. Allgemeine Bemerkungen . . . . .	519
2. Beschreibung der Messungen . . . . .	520
α) <b>Wirbelsäule (ohne Kreuzbein)</b> . . . . .	520
β) <b>Kreuzbein und Steißbein</b> . . . . .	522
γ) <b>Thorax</b> . . . . .	526
δ) <b>Clavicula</b> . . . . .	527
ε) <b>Scapula</b> . . . . .	528
ζ) <b>Humerus</b> . . . . .	532
η) <b>Radius</b> . . . . .	535
θ) <b>Ulna</b> . . . . .	539
ι) <b>Handskelett</b> . . . . .	542
κ) <b>Becken</b> . . . . .	554
λ) <b>Femur</b> . . . . .	561
μ) <b>Patella</b> . . . . .	571
ν) <b>Tibia</b> . . . . .	572
ξ) <b>Fibula</b> . . . . .	576
ο) <b>Fußskelett</b> . . . . .	578
π) <b>Indices der Skelettproportionen</b> . . . . .	591
ρ) <b>Berechnung der Körpergröße aus den Extremitätenknochen</b> . . . . .	591
Literatur . . . . .	596
c) <b>Physiologische Methoden</b> . . . . .	597
α) <b>Eiweißuntersuchungen</b> . . . . .	597
1. <b>Biologische Eiweißdifferenzierung</b> . . . . .	597
2. <b>Trennung der Eiweißfraktionen</b> . . . . .	600
3. <b>Blutgruppenbestimmung</b> . . . . .	600



	Seite
p) Sinnesempfindungen . . . . .	610
1. Methode zur Untersuchung des Sehorgans . . . . .	610
2. Methoden zur Bestimmung der Geschmacksempfindung . . . . .	613
3. Funktionsproben für und über die Haut . . . . .	613
r) Volumenbestimmungen . . . . .	627
1. Die Plethysmographie . . . . .	627
2. Messung der Vitalkapazität . . . . .	628
s) Blutdruckmessung . . . . .	628
t) Bestimmung der Druck- und Zugskraft der Hand . . . . .	629
u) Vegetative Funktionen . . . . .	629
1. Oculokardialer Reflex . . . . .	630
2. Kopfsenkversuch . . . . .	630
3. Adrenalin-Probe (Sympathicus-Test) . . . . .	632
4. Insulin-Probe (Parasympathicus-Test) . . . . .	632
5. Traubenzucker-Belastungsprobe . . . . .	633
v) Stoffwechseluntersuchungen . . . . .	633
1. Methoden zur Bestimmung des Energieumsatzes . . . . .	633
2. Nährstoffgehalt der Nahrungsmittel . . . . .	642
w) Untersuchungen zur Feststellung der Seitigkeit (Rechts-Links-Problem) . . . . .	651
Literatur . . . . .	655

### Beigegebene Musterformulare

- a) Somatologisches Beobachtungsblatt für Konstitutions- und Typenforschung  
(nach R. MARTIN)
- b) Somatologisches Beobachtungsblatt für Schulerhebungen (nach R. MARTIN)
- c) Beobachtungsblatt für rassenkundliche Erhebungen in Deutschland (nach K. SALLER)
- d) Konstitutionsbogen (nach E. HANHART)
- e) Kraniologisches Beobachtungsblatt (nach R. MARTIN)
- f) Kraniologisches Beobachtungsblatt (nach K. SALLER)
- g) Beobachtungsblätter für Vaterschaftsgutachten (nach K. SALLER)
  - I. für Blutgruppengutachten
  - II. für erbbiologische Gutachten

## Vorwort zur ersten Auflage

Ein erstes Lehrbuch einer noch jungen Wissenschaft zu schreiben, ist eine ebenso schwierige wie verantwortungsvolle und undankbare Arbeit. Wie sie auch ausfallen mag, es wird nie möglich sein, allen Ansprüchen gerecht zu werden. Wenn ich mich dennoch zur Herausgabe eines solchen Buches entschlossen habe, so geschah es nur, weil in der Tat ein dringendes Bedürfnis dafür vorlag. Zwar besitzen wir mehrere gemeinverständlich geschriebene Werke über Anthropologie im engeren und weiteren Sinne, aber sie alle haben nicht den Charakter eigentlicher Lehrbücher.

Zum Studium der anthropologischen Technik sind BROCAS „Instruktionen“ und EMIL SCHMIDTS „Methoden“ bis jetzt unentbehrlich gewesen, aber die anthropologische Technik hat gerade in den letzten zwei Jahrzehnten so bedeutende Verbesserungen und Erweiterungen erfahren, daß eine neue ausführliche Anleitung schon lange notwendig geworden war. Der Mangel einer solchen machte sich besonders im akademischen Unterricht, bei der Laboratoriumsarbeit und bei den Instruktionen für Forschungsreisende geltend. Ich sah mich daher genötigt, in dem vorliegenden Buche der Methodik einen relativ großen Platz einzuräumen. Denn von der Entwicklung der Technik hängt geradezu das Schicksal unserer Wissenschaft ab. Solange jeder neue Beobachter tastend sich seine eigenen Methoden ausdenkt oder unerfahren und kritiklos irgendeine der vorhandenen aufgreift, werden wir nie zuverlässige und unter sich vergleichbare Forschungsergebnisse erhalten. Die mangelnde anthropologische Schulung der meisten Forschungsreisenden des vorigen Jahrhunderts hat uns wertvolle Materialien für immer verlieren lassen.

In dieser Hinsicht sind mir meine fast zwanzigjährige akademische Tätigkeit, meine Erfahrungen im Laboratorium und auf Forschungsreisen außerordentlich zustatten gekommen, und die Meßmethoden, die ich an erster Stelle erwähne, haben sich in jahrelanger Arbeit bewährt. Daß ich daneben noch mancherlei Varianten aufzähle, mag auf den ersten Blick als Ballast erscheinen. Der Arbeitende aber, der die Resultate vieler Autoren, die sich nur zu häufig verschiedener Methoden bedienen, zum Vergleich beiziehen muß, wird sie als eine große Erleichterung und Zeitersparnis empfinden. Hat sich die anthropologische Technik einmal mehr vereinheitlicht, wozu dieses Buch hoffentlich beiträgt, so werden viele dieser Varianten überflüssig werden und später wegbleiben können.

Auf die Darstellung der Berechnungsmethoden ist besondere Sorgfalt verwendet worden. Sie konnten in dem Text des Buches selbst leider noch nicht die notwendige Berücksichtigung finden, werden aber in der Zukunft in der Anthropologie wie in allen biologischen Wissenschaften eine große Rolle zu spielen haben. Zwar ist die statistische Methode, wie einer unserer ersten Statistiker FR. BOAS richtig vermerkte, nicht dazu berufen, die biologischen Probleme als solche zu lösen, aber sie ermöglicht uns die exakte Kenntnis der Zusammensetzung und des Wertes einer Beobachtungsreihe, und sie gibt uns Mittel an die Hand, die gezogenen Schlußfolgerungen auf ihre Richtigkeit hin zu prüfen.

Von Instrumenten sind im allgemeinen nur die wichtigsten beschrieben und abgebildet worden, denn eine Aufzählung aller bis dahin verwendeten Apparate gehört nicht in ein Lehrbuch und pflegt auf den Anfänger nur verwirrend zu wirken.

Meine ursprüngliche Absicht, sämtliche Organsysteme in gleichmäßiger Ausdehnung zu behandeln, mußte ich, wenigstens vorderhand, aufgeben; die Herausgabe der fertigen Abschnitte hätte sonst noch um mehr als Jahresfrist hinausgeschoben werden müssen. Außerdem hat die Anthropologie sich bis heute ja fast ausschließlich mit dem Studium des Lebenden und des Skelettsystems beschäftigt, so daß zu einer zusammenfassenden Bearbeitung der meisten übrigen Organsysteme überhaupt noch das Material fehlt. Zum Studium des Muskelsystems können die kürzlich erschienenen Beiträge zur Anthropologie der Negerweichteile von LOTH (Stuttgart, 1912) bestens als Leitfaden empfohlen werden.

Wenn in dem vorliegenden Buche das erklärende Moment gegenüber dem rein deskriptiven sehr in den Hintergrund tritt, so entspricht dies dem gegenwärtigen Stand der anthropologischen Forschung. Unser Tatsachenmaterial ist noch lange nicht reichhaltig genug, um uns die Ursachen der meisten Bildungen aufzudecken. Voreilige Theorien bringen uns aber nicht vorwärts. Bei der Behandlung der einzelnen Fragen habe ich soweit als möglich die verschiedenen Auffassungen berücksichtigt, auf eine eigentliche Polemik aber verzichtet. Eine solche gehört nicht in ein Lehrbuch und nicht vor Studierende.

Wo es vorteilhaft schien, sind die Resultate in Tabellen zusammengefaßt worden, die einerseits eine Übersicht über die geographische Verbreitung einzelner Formen geben, andererseits zum Nachschlagen der vergleichenden Untersuchungen dienen sollen. Die Zusammenstellung dieser Tabellen, die hier nur in verkürzter Form publiziert werden konnten, hat außerordentliche Schwierigkeiten bereitet, nicht nur infolge der verschiedenen und nicht immer eindeutig beschriebenen Technik der einzelnen Autoren, sondern auch wegen der häufigen fehlerhaften zahlenmäßigen Angaben in den Publikationen selbst, die oft nur durch einen Zufall entdeckt wurden. Da es aber schlechterdings unmöglich ist, alle diese Zahlen und Indices zu kontrollieren, so mögen noch verschiedene unrichtige Ziffern stehen geblieben sein, die hoffentlich bald durch bessere, mittels einer guten und einheitlichen Technik gewonnene ersetzt werden können.

Ferner sind gelegentlich auch rein anatomische Verhältnisse kurz behandelt worden, wenn sie nämlich in den Lehrbüchern der menschlichen Anatomie bisher keine oder nur eine ungenügende Berücksichtigung gefunden haben. Kurz erwähnt habe ich jeweils auch die wichtigsten künstlichen Körperveränderungen, um den Forschungsreisenden auf die Bedeutung solcher Vorkommnisse aufmerksam zu machen.

Autornamen sind im Text, in Klammern, meist nur da eingefügt worden, wo entweder ein Autor für die betreffenden Anschauungen oder Resultate verantwortlich gemacht werden sollte, oder zu dem Zwecke, den Leser auf eine ausführliche Darstellung zu verweisen. Im übrigen sind am Schluß des Buches die wichtigsten Arbeiten in den einzelnen Abschnitten entsprechend in einem Literaturverzeichnis zusammengestellt.

Was die Orthographie der anthropologischen Termini anlangt, so habe ich mich möglichst an ihre Abstammung gehalten, also rein griechische Wörter nach der griechischen Schreibweise, die jedes Mißverständnis in der Aussprache unmöglich macht, gegeben. Die latinisierten und rein lateinischen Ausdrücke wurden als solche geschrieben. Hinsichtlich der anatomischen Bezeichnung habe ich mich der Basler Anatomischen Nomenklatur (B N A) angeschlossen, und bin nur



in solchen Fällen davon abgewichen, in denen es aus sprachlichen Gründen geboten erschien.

Die Textabbildungen beruhen größtenteils auf eigenen Zeichnungen und Aufnahmen. Die meisten photographischen Bilder sind von mir selbst hergestellt oder für die Zwecke dieses Lehrbuches im Anthropologischen Institut der Universität Zürich aufgenommen worden. Wo dieselben aus anderen Quellen stammen, habe ich den Namen des Autors beigelegt. Die Orientierung der Objekte erfolgte nach vergleichenden anatomischen Prinzipien. Dementsprechend ist stets die dorsale Fläche nach oben, die ventrale nach unten, bei den Extremitäten der proximale Teil nach oben, der distale nach unten gerichtet. Der Nutzen einer solchen Anordnung, die allgemein durchgeführt werden soll, zeigt sich vor allem bei vergleichenden Untersuchungen, die sich auf die ganze Primatenreihe erstrecken.

Das vorliegende Buch ist also in erster Linie für den angehenden Fachanthropologen und den anthropologisch vorgebildeten Forschungsreisenden geschrieben. Den Lehrer vollständig ersetzen kann und will es nicht. Es ist vielmehr als Hilfsmittel für das Laboratorium und den Unterricht gedacht, und bezweckt, die Vorlesungen, die ja in erster Linie anregen sollen, zu ergänzen und zu erweitern. Es wird aber auch dem praktischen Arzte leicht verständlich sein, für den nicht nur die Rassenvariationen, sondern auch die Variationsbreiten der einzelnen physischen Merkmale von Wert sind. Immerhin war ich bemüht, die Darstellung besonders der somatologischen, relativ leicht zu beobachtenden Merkmale so zu gestalten, daß auch Forschungsreisende ohne speziell anthropologische Vorbildung, Kolonialbeamte, Lehrer usw. dadurch in den Stand gesetzt werden, einschlägige Beobachtungen anzustellen. Wie wertvoll die Mithilfe dieser Leute für die Gewinnung anthropologischer Materialien ist, braucht nicht hervorgehoben zu werden. Möge das Buch zur Ausbreitung und zum Fortschritt der wissenschaftlichen Anthropologie beitragen.

Bei meiner Arbeit habe ich mich der mannigfachsten Unterstützung erfreuen dürfen. Vor allem habe ich meinen Schülern zu danken, die mir durch ihre eigenen Arbeiten halfen, einzelne ungeklärte Fragen besonders der Technik und Methodik aufzuhellen und manche Lücken unseres Wissens auszufüllen. Ich kann sie nicht alle hier namhaft machen; der Leser wird ihren Namen im Text des Buches und unter den Abbildungen immer wieder begegnen. Für die Darstellung des schwierigen Kapitels der statistischen Methoden bin ich den Herren Prof. Dr. J. CZEKANOWSKI und Dr. St. PONIATOWSKI, für die Anfertigung der drei Tafeln und mehrerer Textfiguren Herrn Bildhauer A. RAUSCH zu besonderem Dank verpflichtet.

Die Herren Dr. Th. MOLLISON und Prof. O. SCHLAGINHAUFEN haben mir vor allem bei den photographischen Aufnahmen für die Zwecke dieses Buches ausgezeichnete Dienste geleistet, und Herr Prof. Dr. E. FISCHER hatte die große Liebenswürdigkeit, eine ganze Korrektur zu lesen und mir dabei manchen wertvollen Wink zukommen zu lassen. Wenn ich aber dieses Buch unter äußerst ungünstigen gesundheitlichen Bedingungen überhaupt habe zu Ende führen können, so danke ich dies Erl. Dr. St. OPPENHEIM, die mir während der letzten drei Jahre eine unermüdliche und verständnisvolle Gehilfin und Mitarbeiterin gewesen ist.

Auch meinem verehrten Verleger, Herrn Dr. Gustav FISCHER, schulde ich aufrichtigsten Dank für die Geduld und für das nie versagende Interesse, das er mir und diesem Buche gegenüber stets bekundet hat.

Zürich, Anfang April 1914

RUD. MARTIN.



## Vorwort zur zweiten Auflage

Es kann niemals der Zweck eines Lehrbuches sein, alle Gesetzmäßigkeiten darzustellen, die sich aus der Betrachtung des einzelnen ergeben. Diese synthetische Arbeit muß der Studierende selbst leisten, und muß in gewissem Umfang von dem Unterricht, der ja doch vor allem anregen soll, übernommen werden. Ein Lehrbuch bleibt in erster Linie ein Buch, in dem man Tatsachen verzeichnet findet, und aus dem man die Grundlage des Wissens kennen lernt.

RUDOLF MARTIN

RUDOLF MARTIN sollte die neue Auflage seines Lehrbuches der Anthropologie nicht mehr erleben. Am 11. Juli 1925 schloß er für immer die Augen. Die Herausgeberin hielt es aber für ihre Pflicht, im Sinne des Entschlafenen in der zweiten Auflage die Form der ersten zu wahren. Ein großer Teil der Änderungen stammt von der Hand des Verfassers, während die Bibliographie, das Sach- und Autorenregister nach dem heutigen Stand der Wissenschaft umgearbeitet, das Zeitschriften- und Schriftenverzeichnis soweit irgend möglich ergänzt wurde.

Auf Wunsch des Verfassers unterzog Direktor Dr. A. HUTH, Nürnberg, das Kapitel über die Methoden einer völligen Neubearbeitung. Professor Dr. TH. MOLLISON (München) hatte die Güte, ein Kapitel über die Methoden der biologischen Eiweißdifferenzierung neu einzufügen, die Anweisung für die photographischen Aufnahmen einer Revision zu unterziehen, ferner, ebenso wie Prof. Dr. O. SCHLAGINHAUFEN, manche Umstellung in den bibliographischen Ziffern vorzuschlagen, die den heutigen Erfordernissen folgerichtig und praktisch besser entspricht. Die beiden genannten Herren hatten auch die Liebenswürdigkeit, einen Teil der Korrekturen zu lesen. Dr. E. HANHART (Zürich) hat das kurze Kapitel über Zwergwuchs und Riesenwuchs umgearbeitet; Dr. B. OETTEKING (New York) las einen Teil der Korrektur und half bei der Durchsicht der amerikanischen Zeitschriften durch wertvolle Ergänzungen; Dr. F. BACH (München) stellte verschiedene Tabellen für das Kapitel des Wachstums zusammen, Prof. Dr. H. OBERMAIER (Madrid) änderte die geologische Chronologietabelle und die Listen der quartären Menschenreste. Die Herausgeberin ist allen genannten Herren, die ihr bei der schwierigen Aufgabe mit Rat und Tat zur Seite standen, zu großem Dank verpflichtet, wie sie sich auch sonst der bereitwilligsten Hilfe einer großen Zahl von Anthropologen dankbarst erfreuen durfte.

Daß von einer vollständigen Zusammenstellung des Lehrstoffes bis auf den heutigen Stand der Wissenschaft nicht die Rede sein kann, bedarf wohl keiner Begründung, da die Anthropologie sich seit der Herausgabe des Lehrbuches im Jahre 1914 mehr und mehr spezialisiert hat. Dazu hätte es der intensiven Mitarbeit aller Fachgelehrten bedurft, die Autoritäten auf den einzelnen Spezialgebieten sind, was nicht den Intentionen des Verfassers entsprach. Außerdem hätte sich dadurch die Drucklegung der Neuauflage noch lange hinausgezogen. Denn wenn während des Krieges die Forschungstätigkeit als solche und speziell in der Anthropologie durch die schicksalsschweren Wirren verdrängt worden war, so hatte doch in den letzten Jahren ein frisch einsetzender Arbeitstrieb eine große Zahl von Neuerscheinungen auf den verschiedensten Gebieten hervorgebracht. Auch sind gerade der Anthropologie durch die Folgen des Krieges

neue Aufgaben erwachsen, die praktisch ausgewertet werden mußten, wie die im großen Maßstab durchgeführten Untersuchungen an Schulkindern, Studenten und Stellungspflichtigen, die in Bezug auf Wachstums-, Entwicklungs- und auch Rassefragen von großer Bedeutung geworden sind. Ebenso sind die Fragen nach der rassialen Zusammensetzung der Nationen in den Vordergrund des Interesses gerückt und haben zu neuen Forschungswegen geführt. Neben dem ständig wachsenden Verständnis für den biologischen Aufbau eines Volkes hat auch dasjenige für die individuelle Konstitution in hohem Maße zugenommen. Diese Umstellungen mochten, mit Ausnahme der klinischen Konstitutionsforschungen — die heute mehr denn je auf den anthropologischen Untersuchungen fußen — zum kleineren Teil auf der Unmöglichkeit beruhen, ausgedehnte Forschungsreisen zum Studium fremder Rassen zu unternehmen, zum größeren aber darauf, die ethnische Zusammensetzung seines eigenen Stammes bis in alle Einzelheiten erforschen zu wollen. Wenn nun einzelne Gebiete der Anthropologie, ganz besonders die Rassenlehre, in diesem Lehrbuch nicht die genügende Berücksichtigung fanden, so liegt das in erster Linie daran, daß ihnen bisher die sicheren Fundamente fehlten und auch heute, wo die Begriffe noch keineswegs feststehen, fehlen. Es war aber dem Verfasser von jeher daran gelegen, in einem Lehrbuch, das für Lernende geschrieben ist, nur das zu bringen, was wissenschaftlich erprobt ist. Dasselbe gilt für den Aufbau der Sozialanthropologie, die durch die Verschiebung der völkischen Zusammensetzung in ein neues Licht gesetzt wurde, was sich im kleinen Maßstab in der mehr und mehr an Bedeutung gewinnenden Familienforschung nachuntersuchen läßt. Dadurch sind der Anthropologie neue Forschungsmöglichkeiten gegeben. Die Erweiterung der anthropologischen Disziplin berechtigt aber nicht zur Umänderung der Definition der Anthropologie in die „Wissenschaft von den erblichen Unterschieden des Menschen“, wie es heute von einigen Fachgelehrten gefordert wird. Abgesehen davon, daß im Sinne des Verfassers der Begriff der Anthropologie hierdurch viel zu eng gefaßt sein würde, wäre dann auch die Zoologie folgerichtigerweise nichts anderes als die Wissenschaft von den erblichen Unterschieden der Tiere. Man vergleiche dazu sein System der (physischen) Anthropologie und die Biographie der anthropologischen Wissenschaften, die aus diesem Grunde der jetzigen Auflage beigegeben ist. Der Verfasser wäre der letzte gewesen, sich den fördernden Anschauungen der jüngeren Forscher zu verschließen. Aber alle inzwischen erschienenen Werke über die Anthropologie bauen entweder auf MARTINS Lehrbuch auf oder versuchen kritisch zu ergänzen, was gemäß dem damaligen Stand der noch jungen Wissenschaft im Lehrbuch fehlen mußte. Würde heute dieses Lehrbuch der Anthropologie nur historisch gewertet werden können, so wäre dem Andenken des Verfassers durch eine Neuauflage ebensowenig gedient, wie der Anthropologie selbst. Außerdem füllt das ausgezeichnete Buch von BAUR-FISCHER-LENZ, Menschliche Erblchkeitslehre und Rassenhygiene, dessen erster Band 1927 in neuer Auflage erschienen ist, die eben besprochene Lücke aus.

Was hingegen im Lehrbuch noch immer nicht berücksichtigt werden konnte, ist die Eingeweidelehre der Rassen. Auf diesem Gebiete sind bisher nur Einzelarbeiten erschienen, die noch in keiner Weise ausreichen, einen abgeschlossenen Teil eines Lehrbuches zu bilden. Die Röntgenforschung wird hier in Zukunft neben der Untersuchung der Konstitution, sowohl der individuellen wie der rassialen, wozu auch die pathologische Erbforschung treten muß, neue Bahnen weisen. Einstweilen mußte das Gesamtgebiet der Eingeweidelehre der Rassen aus dem angegebenen Mangel unberücksichtigt bleiben.



Die in den letzten Jahren veränderte und verbesserte Technik wurde speziell dann in das Lehrbuch aufgenommen, wenn sie der vom Verfasser ausgebauten Methodik entsprach, einzig aus dem Grunde, um diese möglichst einheitlich zu gestalten. Selbstverständlich wurde aber auch jede von ihr abweichende Meßmethode erwähnt, soweit diese in der Literatur erreichbar war und sich bei der Messung bewährt hat. Von MARTINS Hand stammen darüber folgende kurze Bemerkungen, die für das Vorwort der zweiten Auflage bestimmt waren: „Hinsichtlich der Verbesserung der Technik ist nicht viel brauchbare Arbeit geleistet worden. Was an größerem Material sich bewährte, wurde aufgenommen. Aber technische Vorschläge, die nur auf Grund weniger Versuche gemacht wurden, haben keinen Anspruch darauf, in einem Lehrbuch Platz zu finden. Auch zwei seit der ersten Auflage dieses Buches erschienene Technische Anleitung, beide in englischer Sprache, geben keinen Anlaß zu sachlichen Änderungen. HRDLÍČKAS ‚Anthropometry‘ ignoriert manche Verbesserungen der letzten zwei Jahrzehnte und greift vielfach wieder auf ältere, meist französische Methoden zurück, die einmal ihre Bedeutung hatten, aber heute überholt sind, und WILDERS ‚Laboratory Manual of Anthropology‘ schließt sich eng an die erste Auflage dieses Lehrbuches an“.

In weitgehendem Maße hatte sich die Herausgeberin der Unterstützung durch ihre Helferinnen, I. RÜDIGER, C. SCHNEIDER und B. NOLL zu erfreuen, wofür sie ihnen aufrichtigen Dank weiß. Schließlich gedenkt die Herausgeberin mit größter Dankbarkeit des Verlegers Herrn Dr. Gustav FISCHER, dessen nie versagende bereitwillige Hilfe bei der Neugestaltung des Lehrbuches nicht genug betont werden kann.

München, Anfang April 1928

Stefanie OPPENHEIM.

## Vorwort zur dritten Auflage

In seinem Züricher Institut hatte R. MARTIN ein Spruchwort NIETZSCHES hängen: „Man dankt seinem Lehrer schlecht, wenn man immer nur Schüler bleibt.“ Ich möchte vor meine Bearbeitung des Lehrbuches dieses Spruchwort stellen. Mein Bemühen war es, das Lehrbuch im Geist meines Lehrers R. MARTIN zu bearbeiten, zugleich aber auf den Stand zu bringen, den die naturwissenschaftliche Anthropologie in ihrer umfassenden Weiterentwicklung inzwischen erreicht hat. Ich freue mich, in diesem Bestreben noch die Billigung von R. MARTINS Witwe, welche die zweite Auflage des Lehrbuches bearbeitet hatte, Frau Dr. St. OPPENHEIM-MARTIN gefunden zu haben; sie konnte das Erscheinen der 3. Auflage des Lehrbuches leider nicht mehr miterleben († 24. 9. 1954).

Das vorliegende Werk ist eine Gemeinschaftsarbeit im besten Sinn des Wortes. Mein ganzes Institut ist an ihm beteiligt. Ich nenne besonders die Assistenten des Instituts und der Sammlung, Dr. Dr. BAITSCH, Dr. SCHWARZFISCHER und Dr. Dr. ZIEGELMAYER, außerdem Herrn Dipl.-Math. R. K. BAUER, der uns bei der Abfassung des statistischen Teiles zur Hand ging. Die Arbeit vollzog sich so, daß Entwurf und Anregung zu einzelnen Ausarbeitungen von mir stammen. Die Ausarbeitung selbst lag dann in oft weitem Ausmaß bei den Assistenten. Alle Niederschriften sind schließlich gemeinsam besprochen und zuletzt von mir formuliert worden. Auf diese Weise kam es nicht nur zur Nutzung aller Spezialkenntnisse der Mitarbeiter, sondern auch zu einer umfassenden Unter- richtung aller Beteiligten, mich eingeschlossen.

Völlig neu geschaffen wurden für die vorliegende Auflage die Abschnitte Psychologische Anthropologie, Konstitutionsanthropologie und Angewandte Anthropologie mit all ihren Sparten, die das vorliegende Buch nun zu einer umfassenden Gesundheitskunde und Gesundheitslehre des Menschen machen. Die Abschnitte Allgemeine Anthropologie und Allgemeine Methoden der Anthropologie sind fast völlig umgearbeitet, der Abschnitt Somatische Anthropologie ist in Zusammenschau von Physiologie und Morphologie, unter Hinzufügung vor allem der Abschnitte über die Weichteilanthropologie, von den gegebenen morphologischen Grundlagen her neu gestaltet worden. Im übrigen habe ich mich in der gesamten Darstellung bemüht, der Tatsache gerecht zu werden, daß das Lehrbuch einer Wissenschaft interessant wird nicht so sehr durch das, was es an gesichertem Tatsachenmaterial bietet, als dadurch, daß es auch zu weiteren Forschungen und zur Tat anregt.

München, im Herbst 1954

K. SALLER.

---



# I. Allgemeine Anthropologie

## A. Wesen und Aufgabe der Anthropologie

Die Anthropologie ist von R. MARTIN definiert worden als die Naturgeschichte der Hominiden in ihrer zeitlichen und räumlichen Ausdehnung. Im Wesen gerade der menschlichen Natur ist auch eine Kulturentwicklung gelegen. So bezieht sich die moderne Anthropologie als die Naturgeschichte der Hominiden außer auf eine vergleichende Betrachtung physischer Eigentümlichkeiten zugleich auf eine Untersuchung der menschlichen Psyche in den Kulturen, die sie geschaffen hat. Im Wesen der menschlichen Natur liegt es außerdem, aus der Geschichte bestimmte Schlußfolgerungen auch für die Gegenwart und speziell für die Zukunft zu ziehen. So muß die moderne Anthropologie in Ausweitung der gegebenen Definition auch Naturgegenwart und Naturzukunft des Menschen einschließen. Dementsprechend muß heute Anthropologie definiert werden als die Naturgeschichte, Naturgegenwart und Naturzukunft der Hominiden in ihrer zeitlichen und räumlichen Ausdehnung. Die Konsequenz einer solchen Definition sind dann nicht nur theoretische Forschungen, sondern auch Vorschläge für praktische Anwendungen (angewandte Anthropologie), d. h. die Anthropologie wird zugleich zu einer Gesundheitskunde des Menschen.

Im Vergleich zu älteren Definitionen ist zu sagen, daß die Anthropologie nicht als „Formenkunde der Hominiden“ (v. EICKSTEDT) bezeichnet werden kann. Es kommt für die moderne Anthropologie nicht nur auf die Form an, sondern zugleich auf den Inhalt, nicht allein auf das Symptom, sondern vielfach noch wesentlich auf die Ätiologie und die Symptomen-genese, darüber hinaus auch auf den Sinn der Symptome und die Möglichkeiten zu ihrer Beeinflussung, ganz allgemein nicht allein auf Äußerlichkeiten, sondern auf den ganzen lebendigen Menschen in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. In solcher Lage nur die Form zu betonen ist einseitig.

Ebenso erscheint es unzweckmäßig, die Anthropologie als die „Wissenschaft von den erblichen Unterschieden des Menschen“ entsprechend einer älteren Anschauung von LENZ begrifflich einzuengen, denn wir sind auf den Phänotypus als den einzigen direkt zu beobachtenden und meßbaren Ausdruck des menschlichen Lebens angewiesen. Es ist erwiesen, daß ein und derselbe Erbfaktor je nach den äußeren Bedingungen verschiedene Merkmale im Phänotypus bewirken und daß dasselbe phänotypische Merkmal durch das Zusammenwirken ganz verschiedener Gene und Außenfaktoren zustande kommen kann. Der Genotypus — obwohl an sich eine Realität — bleibt für alle unsere Untersuchungen doch stets etwas Abgeleitetes, was sich der direkten Beobachtung entzieht. Die ersten exogenen Einflüsse beginnen bereits mit dem Übergang endokriner Reizstoffe von der Mutter auf das Kind. Nach dem Überstehen verschiedener Krankheiten besonders im Kindesalter — und welcher Mensch bleibt davon verschont? — zeigen sich physische und psychische Folgezustände, die wesentliche Elemente des Phänotypus darstellen, ohne ihren Ursprung anzuzeigen. Wieviele wichtige morphologische Merkmale, z. B. die Körpergröße, hängen in ihrer individuellen Ausbildung in hohem Maße von den verschiedensten Umwelteinwirkungen (Modifikationen im endokrinen System, günstigen oder ungünstigen Existenzbedingungen des Wachstums usw.) ab! Wer will da sagen, welche Körpergröße die genotypische ist? Außerdem gibt es auch eine Nachwirkung phänotypischer Variationen,

die sich über Generationen erhalten kann (Dauermodifikationen JOLLOS, Paraphorie SIEMENS). Die Aufgabe der Anthropologie kann sich nicht in der Phänotypenstatistik erschöpfen; sie ist ihrem Wesen nach wohl auch Erblkeitsforschung. Aber erbbiologische Erklärungen allein können für sie auch nicht ausreichen. Neuerdings (1948) hat darum LENZ den Bereich seiner Definition auch eingeeengt auf die „Humangenetik“ als die Lehre von den erblichen Unterschieden des Menschen.

E. FISCHER schließlich bezeichnet die naturwissenschaftliche Anthropologie als die Biologie des Menschen (Anthropobiologie). Er nennt die Anthropobiologie einen Teil der „anthropologischen Wissenschaften“, zu denen auch Ethnologie, philosophische Anthropologie, psychologische Anthropologie usw. gehören. A. H. SCHULTZ faßt demgegenüber die Anthropobiologie (mit Erb-, Umwelt- und Ausleselehre) lediglich als einen Unterabschnitt der physischen Anthropologie auf, die Lehre von der menschlichen Evolution und die Rassenlehre sind zwei andere Unterabschnitte.

Die genannten älteren Definitionen entsprechen einer Auffassung der Anthropologie, die heute durch neue Forschungsergebnisse mehr oder minder überholt ist. Die moderne Anthropologie ist, wie verwandte Wissenschaften, besonders in der letzten Zeit von der Tatsachenforschung immer mehr zur Ursachenforschung und Ursachenerklärung und zu Vorschlägen für die Behebung bestimmter unzweckmäßiger Einflüsse fortgeschritten, nicht weil sie früher auf die letzteren keinen Wert gelegt hätte, sondern weil erst ein Tatsachengrund und neue Forschungsmethoden gefunden werden mußten. Diese sind zum Teil von benachbarten Wissenschaften ausgebildet worden, so von Zoologie und Botanik, bei denen die Ursachenforschung auf geringere Schwierigkeiten stößt. Man kann in solchen Zusammenhängen auch direkt von einer „experimentellen Anthropologie“ als einem Zweig der experimentellen Biologie sprechen. Außerdem sind bestimmte Fragestellungen mit dem Fortschritt der Forschung besonders von der Medizin erst an die Anthropologie herangebracht worden. Im übrigen hat jedoch auch der anthropologische Forscher von jeher das Bedürfnis empfunden, von der Kenntnis der fertigen Merkmale und Formen zur Erkenntnis ihrer Entstehung und ihrer Ursachen fortzuschreiten und außerdem ihre Auswirkungen zu prüfen. Darum haben gewiß auch die Formenkunde des Menschen und die Erbuntersuchung in der modernen Anthropologie einen Platz. Aber ihre Betrachtung kann sich nicht allein mit diesen Fragen erschöpfen, sondern sie wird Naturgeschichte, Naturgegenwart und Naturzukunft der Hominiden in ihrer umfassendsten Weise als Ganzheit und aus einer solchen Ganzheit heraus betrachten.

Die Anthropologie hat die Aufgabe, alle innerhalb der Hominiden vorkommenden ausgestorbenen und recenten Formen zu unterscheiden, zu charakterisieren, in ihrer geographischen Verbreitung zu untersuchen, zunächst gleichgültig, ob es sich dabei um Arten, Unterarten, Varietäten oder Typen handelt. Dann versucht sie die Anthropogenese zu rekonstruieren, indem sie die verwandtschaftlichen Beziehungen sowohl innerhalb der Hominidengruppe als auch zu den genetisch nahestehenden Formen feststellt. Sie ist dabei bestrebt, die Ursachen aufzudecken, welche zu den verschiedenen Formausprägungen geführt haben; in letzterer Hinsicht ist es besonders wichtig, durch familienbiologische, überhaupt erbkundliche Untersuchungen, die gleichsam an die Stelle des Experiments treten, einen Einblick in die erblichen Anlagen und in ihre Ausgestaltung durch verschiedene Umwelten zu gewinnen. Auch manche Tierexperimente können die Klärung anthropologischer Fragestellungen herbeiführen. Endlich zieht aus all diesen Betrachtungsweisen die Anthropologie noch die Schlüsse für Gegenwart und Zukunft der Menschheitsentwicklung, wobei den Erkenntnissen speziell der Konstitutionslehre eine besondere Bedeutung auch für die Praxis der Medizin und Pädagogik zukommt.

Die eben gegebene Definition der Anthropologie entspricht der modernen Auffassung unserer Wissenschaft, denn der Terminus Anthropologie (von *Anthropos* = Mensch und *Logos* = Lehre abzuleiten) bedeutet in wörtlicher Übersetzung „Wissenschaft vom Menschen“. Im Verlauf der wissenschaftlichen Entwicklung der letzten beiden Jahrhunderte hat der Begriff „Anthropologie“ allerdings mancherlei Wandlungen durchgemacht. Philosophen (früher schon KANT, FICHTE, FRIES, CHAVAN-



NES u. a.) publizieren unter diesem Titel allgemein philosophische, psychologische und pädagogische Werke, während für viele Naturforscher und Mediziner, wie MAGNUS HUNDT, TH. KERCKRING, W. COWPER, TEICHMAYER u. a. der Ausdruck von vornherein synonym mit deskriptiver Anatomie war. Auf die Gegenwart zu haben immer mehr Spezialwissenschaften die Tendenz entwickelt, eine eigene Anthropologie zu begründen. So wird von einer theologischen, philosophischen, psychologischen, pädagogischen, technischen, sozialen, medizinischen, politischen Anthropologie und manchen anderen Anthropologien gesprochen. Die Anthropologie als Lehrfach ist solchen einseitigen Betrachtungsweisen gegenüber bestrebt, zu einer Gesamtschau des Menschen zu kommen, die auf den naturwissenschaftlichen Erkenntnissen als Basis aufbaut und die auf eine praktische Anwendung vornehmlich für medizinische Fragen zielt, die Medizin dabei im Sinne folgender Definition genommen (AULER und INLOW): „Medizin ist jenes Wissensgebiet, dessen Ziel es ist, zu einem Verständnis des Menschen, seiner Entwicklung und seiner Umwelt zu kommen. Die Heilkunde bemüht sich, jene Phänomene und Bedingungen physikalischer, chemischer, psychischer und sozialer Natur zu entdecken, zu erkennen, vorauszusagen und zu kontrollieren, welche der Gesundheit sowie dem biologischen Fortschritt entgegenstehen und die Ursache für Krankheit, Alter und Tod bilden“. Nach einer solchen Definition der Medizin muß die Anthropologie geradezu als eine der wesentlichsten Voraussetzungen für Medizin und Heilkunde bezeichnet werden.

Aus dem bisher Gesagten geht hervor, daß die Anthropologie auf eine Reihe anderer Disziplinen als Hilfswissenschaften angewiesen ist und auf sie aufbaut. Zunächst kommen menschliche Anatomie, Zoologie und vergleichende Anatomie, Biochemie, Erblchkeitslehre, Embryologie, Physiologie, Pathologie, Psychologie, Hygiene, besonders Sozialhygiene, ferner für bestimmte Fragestellungen auch Geographie, Ethnologie, Prähistorie, Geologie, Paläontologie und Bevölkerungspolitik in erster Linie in Frage. Umgekehrt vermag die Anthropologie all diesen Fächern auch als Hilfswissenschaft zu dienen und wertvolle Anregungen zu geben, ebenso wie sie gelegentlich andere Fächer, die auf den Menschen Bezug haben, in ihre Betrachtungsweise einbeziehen und über Spezialfragen aus ihnen Bescheid wissen muß (z. B. Botanik, Linguistik, Nationalökonomie usw.). Zumal auch der Jurisprudenz vermag die moderne Anthropologie durch ihre Vaterschaftsbeurteilungen und anderes gelegentlich eine entscheidende Hilfe zu geben. Letzten Endes muß jede Wissenschaft, die irgendwie mit dem Menschen zutun hat, immer wieder auf eine Anthropologie im umfassenden Sinn zurückgreifen.

Was die Darstellung der Anthropologie betrifft, so empfiehlt sich die Verwendung des folgenden Lehrsystems:

### I. Allgemeine Anthropologie

- A. Wesen und Aufgabe der Anthropologie.
- B. Geschichte der Anthropologie.
- C. Allgemeine Begriffe der Anthropologie (Genetik, Systematik).
- D. Ordnung der Primaten (Abstammungslehre).
- E. Klassifikation der Rassen (Rassenentstehung, Rassendynamik, Rassenlehre).
- F. Gliederung der Konstitutionen.

### II. Allgemeine Methoden der Anthropologie

- A. Methoden der Materialgewinnung.
- B. Methoden der Messung und Beschreibung.
- C. Methoden der Materialbearbeitung (Statistik).

### III. Systematische Anthropologie

- A. Somatische (morphologische und physiologische) Anthropologie.

- B. Psychologische Anthropologie.
- C. Konstitutionsanthropologie (Korrelationsanthropologie).

#### IV. Angewandte Anthropologie

- A. Alltagsanthropologie.
- B. Gerichtliche Anthropologie.
- C. Bevölkerungsbiologie und Eugenik (Erbhygiene).
- D. Anthropologische Medizin.

Einzelheiten zu diesem Lehrsystem ergeben sich aus der nachfolgenden Darstellung, wobei die Ausführungen im „allgemeinen“ Teil zunächst verhältnismäßig kurz gehalten sind, lediglich als eine Art Gerüst, dessen Ausbau sich dann durch die Systematik von selbst ergibt.

### Literatur

- ALBRIGHT, W. F., 1949: Von der Steinzeit zum Christentum. Lehnen, München.
- BACHMANN, W., 1947: Die anthropologischen Grundlagen zu Pestalozzis Soziallehre. Francke, Bern.
- BARNETT, A., 1950: The human species. A biology of man. Macgibbon-Kee, London.
- BAUR, E., FISCHER, E., LENZ, F., 1936: Menschliche Erblehre, 4. Aufl. Lehmann, München.
- v. BERTALANFFY, L., 1949: Das biologische Weltbild. Francke, Zürich.
- BIDNEY, D., 1953: Theoretical Anthropology. Columbia University Press, New York.
- BINSWANGER, L., 1947: Zur phänomenologischen Anthropologie. Francke, Bern.
- BOAS, F., 1938/44: General Anthropology. US Armed Forces Institute. DC Hiath Co.
- BOYD, W. C., 1950: Genetics and the races of man. Little Brown Co., Boston.
- BUCEJA, V., 1948: Die neue Sowjetbiologie. Neue Auslese 12, 19.
- CHAPPLE, E. D. and COON, C. St., 1942: Principles of Anthropology. Henny Holt Co., New York.
- CHASE, St., 1951: Die Wissenschaft vom Menschen. Humboldt, Wien-Stuttgart.
- COON, S. C., 1950: A reader in general Anthropology. Cape, London.
- DARWIN, Ch. G., 1953: The next million years. Doubleday, New York.
- DEMPF, A., 1950: Theoretische Anthropologie. Lehnen, München.
- DUBININ, N. P., 1947: Work of Soviet biologists: Theoretical genetics. Science 105, 109.
- EICHLER, O., 1949: Prinzip des Lebendigen. Thieme, Stuttgart.
- v. EICKSTEDT, E., 1934: Rassenkunde und Rassengeschichte der Menschheit. 1. Aufl.
- Seit 1938 2. Aufl. im Erscheinen: Die Forschung am Menschen. Enke, Stuttgart.
- 1949: Vom Wesen der Anthropologie. Homo 1, 1.
- FISCHER, E., 1931/34: Anthropologie, Anthropogenese u. a. In: Handwörterbuch der Naturwissenschaften, 2. Aufl. Fischer, Jena.
- 1953: Anthropologie. In: Universitas Litterarum. De Gruyter, Berlin.
- FRIELING, H., 1948: Was ist der Mensch? Droemer'sche Verlanst., Wiesentheid.
- v. GESSATTEL, V. E., 1954: Prolegomena einer medizinischen Anthropologie. Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg.
- GEHLEN, A., 1941: Der Mensch, seine Natur und seine Stellung in der Welt. Junker & Dünhaupt, Berlin.
- GIESELER, W., 1936: Abstammungs- und Rassenkunde des Menschen. Rau, Öhringen.
- GILIN, I., 1948: The ways of men. An introduction of Anthropology. Appleton-Century, New York.
- HAUSCHILD, M. W., 1926: Grundriß der Anthropologie. Borntraeger, Berlin.
- HERSCOVITS, M. J., 1950: Man and his work. The science of cultural Anthropology. 4. ed. Knopf, New York.
- 1952: Economic Anthropology. Knopf, New York.
- HOOTON, E. A., 1949: Up from the ape. Macmillan, New York.
- HOWELLS, W., 1945: Mankind so far. Doubleday, Doran Co., New York.
- 1952: The study of Anthropology. Amer. Anthropologist. 54, 1.
- HUDSON, P. S. and RICHENS, R. H., 1946: Dialectical materialism and scientific research. A review of the new genetics in the Soviet Union. Imperial Bureau of Plant Breeding and Genetics, Cambridge.
- HUXLEY, J., 1942: Evolution. The modern Synthesis. Harper & Brothers, New York.
- 1950: Der Mensch in der modernen Welt. Nest-Verlag, Nürnberg.



- JUST, G. (Herausgeber), 1940: Handbuch der Erbbiologie des Menschen. Springer, Berlin.
- 1951: Erwin Baelz als Anthropologe. *Homo* 2, 145.
- 1951: Vier Vorträge. Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg.
- KANT, I., 1800: Anthropologie in pragmatischer Hinsicht. Nicolovius, Königsberg.
- KEITER, F., 1953: Krise und Zukunft der Anthropologie. *Studium generale* 6, 492.
- KERN, F., 1952: *Historia Mundi*. Lehnen, München.
- KLUCKHOHN, C., 1951: *Spiegel der Menschheit*. Pan, Zürich.
- KLUCKHOHN, C. and MURRAY, H. A., 1949: *Personality in nature, society and culture*. Knopf, New York.
- KNEUCKER, A. W., 1949: *Richtlinien einer Philosophie der Medizin*. Maudrich, Wien.
- KROEBER, A. L., 1948: *Anthropology*. Harcourt, New York.
- 1952: *The nature of Culture*. The university press, Chicago.
- KROEBER, A. L. (Ed.), 1953: *Anthropology today. An encyclopedic inventory*. Univ. Press, Chicago.
- LESTER, P., and MILLOT, J., 1947: *Grundriß der Anthropologie*. Schauenburg, Lahr (deutsch von H. FALKENBURGER).
- LUNDMAN, B., 1951: Die Anthropologie in und nach dem zweiten Weltkrieg in Nord-europa. *Homo* 2, 125.
- 1952: *Umriss der Rassenkunde des Menschen in geschichtlicher Zeit*. Munksgaard, Kopenhagen.
- LYSENKO, T. D., 1949: *Die Situation in der biologischen Wissenschaft. Kultur und Fortschritt*, Berlin.
- 1951: *Agrobiologie. Kultur und Fortschritt*, Berlin.
- MABILLE, P., 1949: *Initiation a la connaissance de l'homme*. Presses universitaires de France, Paris.
- MAVOR, J. W., 1948: *General Biology*. Macmillan, New York.
- MOLBER, A. L., 1948: *Anthropology*. Rev. Edit. Harcourt, Brace Co., New York.
- MORTON, A. G., 1951: *Soviet genetics*. Lawrence & Wishart, London.
- MUCKERMANN, H., 1947: *Vererbung und Entwicklung*. 2. Aufl. Dümmler, Bonn.
- 1954: *Vom Sein und Sollen des Menschen*. Heenemann, Berlin.
- MÜHLMANN, W. E., 1936: *Rassen- und Völkerkunde*. Vieweg, Braunschweig.
- 1951: *Die Verantwortung der Anthropologie*. *Homo* 2, 2.
- 1951: *Die Idee einer zusammenfassenden Anthropologie*. In: SPECHT, G.: *Soziologische Forschung in unserer Zeit*. Westdeutscher Verlag, Köln-Opladen.
- 1954: *Anthropologie*. In: *Hd.wörterbuch d. Sozialwiss.* Fischer-Mohr-v. d. Hoeg, Stuttgart-Tübingen-Göttingen.
- N. N., 1951: *Origin and Evolution of man*. Cold spring Harbour symposia on quantitative biology. The Biol. Labor., New York.
- PAULI, W. F., 1949: *The world of life*. Houghton Mifflin, Cambridge.
- PENNIMAN, A., 1935: *Hundred years of Anthropology*. Duckworth, London.
- RANKE, J., 1923: *Der Mensch*. 2. Aufl. Bibliogr. Inst., Leipzig.
- ROSTAND, I., 1952: *Die Biologie und der Mensch der Zukunft*. Holle, Darmstadt, Genf.
- ROTHACKER, E., 1948: *Probleme der Kulturanthropologie*. Bouvier Co., Bonn.
- SALLER, K., 1930: *Leitfaden der Anthropologie*. Springer, Berlin.
- 1950: *Der Begriff der Anthropologie*. In: *Moderne Biologie (Festschrift Nachtsheim)*. Peters, Berlin.
- 1949/1951: *Grundlagen der Anthropologie. Art- und Rassenlehre des Menschen. Angewandte Anthropologie*. 3 Bde. Schwab (CES), Stuttgart.
- 1952: *Die Anthropologie als Naturgeschichte und Naturplanung des Menschen. Actes du IV<sup>e</sup> Congrès international des Sciences Anthropologiques et Ethnologiques*. Vienne, Tom I.
- SCHIEDT, W., 1925: *Allgemeine Rassenkunde*. Lehmann, München.
- 1948: *Lehrbuch der Anthropologie*. Hermes, Hamburg.
- 1950: *Du mit Leib und Seele*. Druckhaus Tempelhof, Berlin.
- 1953: *Menschennaturkunde*. Schlüter, Hannover.
- 1954: *Die menschlichen Inbilder*. Urban & Schwarzenberg, München-Berlin.
- SCHULTZ, A. H., 1930: *The promise of a youthful science*. John Hopkins Alumni Magazine 18, 185.
- SCHWALBE, G., u. FISCHER, E., 1923: *Anthropologie*. (Bd. III, Kultur der Gegenwart.) Teubner, Leipzig-Berlin.
- STEINBERG, W., 1953: *Grundfragen des menschlichen Seins. Eine Einführung in die philosophische Anthropologie*. Reinhardt, München-Basel.
- STRATZ, C. H., 1920: *Naturgeschichte des Menschen*. Enke, Stuttgart.
- THOMPSON, E. T., 1948: *Race relations and the race problem*. Duke Univers. Press, Durham.



- TRILLHAAS, W., 1949: Vom Wesen des Menschen. Schwab, Stuttgart.  
 TURNEY-HIGH, H. H., 1949: General Anthropology. Crowell, New York.  
 v. ÜXKÜLL, J., 1950: Das allmächtige Leben. Wegner, Hamburg.  
 VETTER, A., 1949: Natur und Person. Umriss einer Anthropognomik. Klett, Stuttgart.  
 VOEGELIN, E. W., 1950: Anthropology in American Universities. Amer. Anthropologist 52, 350.  
 VOLZ, W., 1942: Die Besitznahme der Erde durch das Menschengeschlecht. Enke, Stuttgart.  
 WEIDENREICH, F., 1946: Apes, giants and man. The University Press, Chicago.  
 WEIMER, R. B., 1951: Man and the animal world. Wiley, New York.  
 WEINERT, H., 1951: Stammesgeschichte der Menschheit. Vieweg, Braunschweig.  
 WOLTMANN, L., 1936: Politische Anthropologie. Dörner, Leipzig.

## B. Geschichte der Anthropologie

Eine kurze historische Übersicht möge den Leser mit den Namen derjenigen Männer vertraut machen, die am meisten zur Entwicklung der Probleme der Anthropologie beigetragen haben.

Einige Kenntnis von den Unterschieden der menschlichen Varietäten, besonders soweit sie äußerlich feststellbar waren, hatte schon das Altertum (HIPPOKRATES um 400 v. Chr., ARISTOTELES 384—322 v. Chr.); die menschlichen Darstellungen auf den Kunstwerken der Assyrier, Babylonier, Ägypter (Abb. 1), Griechen und Römer sind wertvolle Dokumente der Rassenvergleichen. Auch die Konstitutionslehre geht letzten Endes zurück auf Anschauungen, die bereits im Altertum begründet wurden.



Abb. 1. Altägyptisches Wandgemälde aus dem 17. Jahrh. v. Chr.  
(nach VON EICKSTEDT).

Von einer eigentlichen Gewinnung wissenschaftlicher Daten und Materialien fremder Menschenrassen kann man aber erst seit der Zeit der großen Entdeckungsreisen sprechen, die, mit MARCO POLO (1254—1324) beginnend, im 17. und 18. Jahrhundert große Dimensionen angenommen hatten. Das Studium der von diesen Reisen stammenden Berichte und Sammlungen führte zu den ersten Anregungen für eine menschliche Rassenlehre. So gering die gewonnenen Resultate auch waren, so wurden sie doch bald allgemein bekannt, besonders dadurch,

daß LINNÉ (1707—1778) und BUFFON (1707—1788) sie in ihren großen und weit verbreiteten Werken verwendeten. Es ist auch das Verdienst dieser Autoren, den Menschen in das zoologische System aufgenommen und eine Klassifikation der Menschenrassen aufgestellt zu haben.

Die tierische Abstammung des Menschen und seine Ähnlichkeit mit den übrigen Primaten war zwar schon viel früher mit größerer oder geringerer Überzeugungskraft ausgesprochen worden, hatte man doch schon im Altertum zur Sektion und Präparation von Affenleichen gegriffen, um die innere Organisation des Menschen kennenzulernen (C. GALENUS 131—201 n. Chr.). Aber erst im Jahre 1699 erschien die erste Abhandlung über die Anatomie eines Anthropomorphen (eines Schimpansen) von EDWARD TYSON (1651—1708). Auch die Frage des Polygenismus und Monogenismus, die durch die sich immer mehrende Bekanntschaft mit fremden Völkern stets neue Anregung erhielt, wurde im 18. und 19. Jahrhundert eifrig diskutiert, ohne aber zu positiven Schlüssen zu führen. KANTS „Anthropologie in pragmatischer Hinsicht“ (1798) war nicht in biologischem Sinn zu verwerten, aber sie ließ doch das Hineingreifen der Anthropologie auch in weite geisteswissenschaftliche Bereiche grundsätzlich klarwerden.

Über alle bisher Genannten hinaus ging dann JOHANN FRIEDRICH BLUMENBACH (1752—1840), der als der eigentliche Begründer der modernen naturwissenschaftlichen Anthropologie angesehen werden muß. Seine in verschiedenen Auflagen erschienene Abhandlung: „Über die natürlichen Verschiedenheiten im Menschengeschlecht“ ist die erste und zugleich vollständigste Zusammenfassung der damals bekannten anthropologischen Erfahrungen. Von gleicher Bedeutung sind seine kranziologischen Untersuchungen, die unter dem Titel „Decades collectionis suae craniorum diversarum gentium illustratae“ herausgegeben wurden und die eine erste genaue, auf Kranioskopie beruhende Beschreibung menschlicher Rassenschädel enthalten. BLUMENBACH hat auch bereits die Anthropologie als „Naturgeschichte des Menschen“ bezeichnet, wie sie bis heute aufgefaßt wurde. Seine große einschlägige Sammlung in Göttingen ist leider im 2. Weltkrieg durch die Kriegseinwirkungen verlorengegangen.

Neben BLUMENBACH sind dann vor allem noch zu nennen: S. TH. SÖMMERING (1755—1830), JOHN HUNTER (1728—1793) und P. CAMPER (1722—1789), welcher letzterer zum ersten Male durch Messung auf projektivischem Wege die Differenzen in der Ausbildung des menschlichen Gesichts festzustellen suchte. Die ersten nennenswerten somatometrischen Untersuchungen hat CH. WHITE (1728—1813) im Jahr 1799 durchgeführt. Den mannigfachen Bestrebungen verdanken wir die großen Sammelwerke eines I. C. PRICHARD (1786—1848), NOTT (1804—1868) und GLIDDON (1809—1857) sowie F. T. WALTZ (1821—1864), die schon eine erstaunliche Menge von Einzeltatsachen enthalten.

Die Geistestat DARWINS (1809—1882), die, wenn auch späte, Anerkennung LAMARCKS (1744—1829) haben auch für manche anthropologischen Probleme neuen und fruchtbaren Anstoß gegeben, und durch die Vorlesungen eines TH. H. HUXLEY (1825—1895) und CARL VOGT (1817—1895) ist Interesse für anthropologische Fragen in weiten Kreisen geweckt worden. Einen besonders lebhaften Anstoß empfing die anthropologische Forschung dann weiter durch die Entdeckung der Vererbungsregeln nach MENDEL (1822—1884), die um die Jahrhundertwende (1900) gleichzeitig von den drei Forschern CORRENS, TSCHERMAK und DE VRIES wiederholt wurde. Erstmals sind diese Regeln von FARABEE (1905) auch auf den Menschen angewandt worden. Der Ausbau einer allgemeinen Vererbungslehre im Sinn auch einer Phänogenetik, vor allem durch die Entwicklungsmechanik W. ROUX'S (1850—1924) und einer tiefergreifenden Er-



forschung des Wechselspiels zwischen Erbanlagen und Umwelt hat die Anthropologie bis heute aufs reichste befruchtet. Dabei sind die mendelistischen Grundlagen der Anthropologie vor allem durch die amerikanische Schule, speziell MORGAN (1866—1945) ausgebaut worden, während die russischen Forschungen mit MITSCHURIN (1855—1935) und seinen Anhängern sich vorwiegend auf Umwelteinflüsse beziehen.

Im 19. und zu Beginn des 20. Jahrhunderts hat die Anthropologie ihre hauptsächlichste Entwicklung in den gelehrten Gesellschaften genommen, deren wichtigste im folgenden nach den Gründungsjahren zusammengestellt sind:

- 1822 British Association for the Advancement of Science. Section of Anthropology.
- 1839 Société Ethnologique de Paris (1839—1848).
- 1843 Ethnological Society of London (1843—1871).
- 1859 Société d'Anthropologie de Paris.
- 1863 Anthropological Society of London (1843—1871).
- 1863 Kaiserliche Gesellschaft der Freunde der Naturkunde, Anthropologie und Ethnologie (Anthropologische Abteilung) in Moskau.
- 1867 Congrès International d'Anthropologie et d'Archéologie préhistorique, Paris.
- 1868 Società Italiana di Antropologia, Etnologia e Psicologia Comparata.
- 1869 Berliner Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte.
- 1870 Deutsche Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte mit zahlreichen Lokalvereinen.
- 1870 Münchener Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte.
- 1870 Anthropologische Gesellschaft in Wien.
- 1871 Società Italiana d'Anthropologia e di Etnologia, Florenz.
- 1873 Svenska Sällskapet för Anthropologi och Geografi, Stockholm (Titel seit 1877).
- 1879 Anthropological Society of Washington.
- 1881 Société d'Anthropologie de Lyon.
- 1882 Société d'Anthropologie de Bruxelles.
- 1884 Anthropological Society, Tokio.
- 1885 Congrès International d'Anthropologie Criminelle.
- 1886 Anthropological Society of Bombay.
- 1888 Russische Anthropologische Gesellschaft in St. Petersburg.
- 1889 Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte (hervorgegangen aus den Versammlungen der Naturforscher und Ärzte, 1822 von OKEN begründet).
- 1893 Società Romana di Anthropologia, Rom.
- 1893 Anthropologische Gesellschaft der K. Militärmedizinischen Akademie in St. Petersburg.
- 1895 Société des Américanistes de Paris.
- 1895 Royal Anthropological Society of Australasia, Sydney.
- 1898 Niederländische Anthropologische Vereinigung, Amsterdam.
- 1900 Frankfurter Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte.
- 1910 Institut Français d'Anthropologie, Paris.
- 1911 Institut de Paléontologie Humaine (Fondation ALBERT 1<sup>er</sup>, Prince de Monaco), Paris.
- 1918 Galton Society, New York.
- 1918 Sociedade Portuguesa d'Antropologia e Etnologia, Porto.
- 1920 Schweizerische Gesellschaft für Anthropologie und Ethnologie (Soc. Suisse d'Anthropologie et d'Ethnologie).
- 1921 Sociedad Española de Anthropologia, Etnografia y Prehistoria, Madrid.
- 1921 Société d'Etude des Formes humaines, Société de Morphologie, Paris.
- 1922 Julius Klaus-Stiftung für Vererbungsforschung, Sozialanthropologie und Rassenhygiene, Zürich.
- 1924 Anatomical and Anthropological Society of China.
- 1925 Gesellschaft für physische Anthropologie.

Ein Teil dieser Gesellschaften existiert nicht mehr, ein Teil ist auch in neuere Gesellschaften übergegangen. Die Publikationen der angeführten Gesellschaften sind neben den Zeitschriften jedoch auch heute noch die wichtigsten Quellen für jede eingehende anthropologische Untersuchung.

Die Anthropologie der Gegenwart wird hauptsächlich durch die Arbeiten der Anthropologischen Universitäts-Institute getragen, die zu Ende des 19. und im Verlauf des 20. Jahrhunderts in fast allen Kulturländern eingerichtet wurden. Eine besondere Anregung bedeutet es dabei für die anthropologischen Fragestellungen, daß ein Teil dieser Institute zu den philosophisch-naturwissenschaftlichen, ein anderer zu den medizinischen Fakultäten rechnet und dadurch immer wieder von den verschiedensten Seiten Fragen an die Anthropologie herangetragen werden, deren Lösung ihr als Aufgabe gestellt ist.

Für die Entwicklung der Anthropologie auf die Gegenwart zu haben kranologische Studien vor allem durch den Schweden A. RETZIUS (1796—1860) neue fruchtbare Anregungen gegeben; RETZIUS wies als erster auf die Rassenunterschiede innerhalb der europäischen Varietät hin. In Deutschland waren auf diesem Gebiet besonders tätig E. HUSCHKE (1797—1858), J. HENLE (1809—1885), G. LUCAE (1814—1885), R. WAGNER (1805—1884), H. SCHAAFHAUSEN (1816—1893), A. ECKER (1816—1887), H. WELCKER (1822—1897), RUDOLF VIRCHOW (1821—1902), EMIL SCHMIDT (1837—1906), ZUCKERKANDL (1849—1910), BÄELZ (1849—1913), SCHENK (1874—1910), J. RANKE (1836—1916), KOLLMANN (1834—1918), F. v. LUSCHAN (1854—1924), H. KLAATSCH (1863—1916), G. SCHWALBE (1844—1916), R. MARTIN (1864—1925), F. WEIDENREICH (1873—1948), TH. MOLLISON (1874—1952) u. a. Der letztere hat sich besonders um einen Ausbau der physiologischen Anthropologie verdient gemacht. Den genannten deutschen Gelehrten schlossen sich in der Schweiz CHRISTIAN TH. AEBY (1835—1885), W. HIS (1831—1904) und L. RÜTIMYER (1825—1895) und in Österreich-Ungarn A. v. TÖRÖK (1842—1912) sowie R. PÖCH (1870—1921) an. In England machten sich um die Anthropologie besonders JAMES HUNT (1833—1869), GEORGE BUSK (1807—1886), I. B. DAVIS (1801—1881), J. THYRNAM (1910—1873), SIR WILLIAM FLOWER (1831—1899), J. BEDDOE (1826—1911) und der schon genannte HUXLEY sowie A. H. KEANE (1835—1912) und D. I. CUNNINGHAM (1850—1909) verdient, auch der Eugeniker GALTON (1822—1911) sowie als Statistiker später PEARSON (1857—1936) und der noch in die jüngste Gegenwart hereinragende KEITH (1866—1955). Von den holländischen Forschern sind in erster Linie zu nennen I. VAN DER HOEVEN (1801—1868), G. SANDIFORT (1779—1848) und G. VROLIK (1775—1859), dem wir die ersten Beckenuntersuchungen verdanken. Die erste große somatometrische Erhebung hat L. A. J. QUÉTELET (1796—1874) in Belgien durchgeführt.

Die Forschungen K. E. VON BAERS (1792—1876) haben der russischen Anthropologie die Wege geebnet. Als Vater der neueren russischen Anthropologie wird D. ANUSCHIN (1843—1923) (Schüler BROCAS) bezeichnet. Bedeutendes leisteten ferner besonders F. R. LANDZERT (1833—1889), A. P. BOGDANOW (1834—1876) und A. TARENETZKY (1845—1905). Neuestens sind mit Anregungen auch für die Anthropologen vom allgemein-biologischen Gebiet her besonders MITSCHURIN (1855—1935) und seine Anhänger in Rußland hervorgetreten. In Jugoslawien spielte GORJANVIČ-KRAMBERGER (1856—1936) eine führende Rolle. In Norwegen waren vor allem C. O. E. ARBO (1837—1905) und G. A. GULDBERG (1854—1908) tätig, später BRYN (1864—1933).

Den mächtigsten Einfluß aber auf die Entwicklung der Anthropologie übte PAUL BROCA (1824—1880), der Gründer des Laboratoire d'Anthropologie de l'Ecole des Hautes Etudes (1871) und der Ecole d'Anthropologie de Paris (1876) aus. Seine Methoden und Forschungen sind nicht nur für Frankreich, sondern auch für das ganze Ausland maßgebend und vorbildlich geworden; vieles von ihnen ist in die Methodik R. MARTINS eingegangen. Neben ihm haben auch Männer wie A. de QUATREFAGES (1810—1892), A. Hovelacque (1843—1896), E. TH. HAMY (1842—1908), P. TOPINARD (1830—1911), J. FRAIPONT (1857—1910), CHANTRE (1843—1924) und BOULE (1881—1942) eine fruchtbare Tätigkeit entfaltet. In Italien haben vor allem P. MANTGAZZA (1831—1910), auch LIVI (1856—1920), G. SERGI (1841—1936) und G. RUGGERI (1872—1921), als Kriminalanthropologe C. LOMBROSO (1836—1909), in Schweden G. M. RETZIUS (1842—1919), nach ihm C. FÜRST (1854—1935) die Anthropologie zur Anerkennung gebracht.

In den Vereinigten Staaten von Amerika hat sich die anthropologische Forschung von jeher fast ausschließlich auf das amerikanische Gebiet beschränkt. Von älteren Anthropologen seien genannt S. G. MORTON (1799—1851), I. A. MEIGS (1829—1879) und J. WYMAN (1814—1874). B. A. GOULD (1824—1896) und H. B. BOWDITCH (1840—1911) haben umfassende somatometrische Erhebungen teils an Soldaten des Rebellionskriegs, teils an Schulkindern angestellt, wie sie heute in großem Umfang durchgeführt werden. Bahnbrechend für den akademischen Betrieb der Anthropologie in den Vereinigten Staaten ist vor allem D. R. BRINTON (1837—1899) geworden.



Das ethnologische Büro, seit 1877 ein selbständiges Institut der Landesaufnahme unter der Direktion von J. W. POWELL (1834—1902), hat durch Aussenden von Expeditionen und einzelnen Forschern sich große Verdienste um die anthropologische und ethnologische Forschung des Landes erworben. Heute hat die Anthropologie Amerikas vor allem durch die Forschungen von F. BOAS (1858—1942), außerdem durch ihre tiefenpsychologischen Interessen auf Grund der Anschauungen S. FREUDS (1856—1939) ihr besonderes Gepräge bekommen; sie wird dort heute geradezu als „die Wissenschaft der menschlichen Gebräuche“ definiert (MEAD).

Für eine moderne Entwicklung der Anthropologie in Richtung auf eine psychische Anthropologie und auf die Konstitutionslehre hin waren die Anregungen der tiefenpsychologischen Schulen, speziell von FREUD (vgl. oben), von ADLER (1870—1937) und von JUNG von besonderer Bedeutung. Ebenso ist die moderne Konstitutionsforschung mit J. BAUER von europäischem Boden ausgegangen, nachdem sie hier schon seit des HIPPOKRATES Zeiten in der mittelalterlichen Medizin eine bedeutsame, vorwiegend intuitiv begründete Rolle gespielt hat. Französische Forscher wie SIGAUD und MARTINY, italienische Forscher wie VIOLA und PENDE, deutsche Forscher wie KRETSCHMER und CURTIUS und amerikanische Forscher wie SHELDON haben die Konstitutionslehre dann zu ihren modernen Auffassungen ausgebaut.

Die noch heute lebenden und inmitten der Arbeit stehenden Forscher der verschiedenen Länder wird der Leser aus der Literatur kennenlernen, ebenso die Zeitschriften, die heute anthropologische Arbeiten veröffentlichen. Angesichts ihrer Entwicklung von der rein morphologischen Anthropologie auch zu einer physiologischen und psychologischen Anthropologie sowie zur Konstitutionslehre in einer möglichst umfassenden Ganzheitsschau für den Menschen sind es heute sehr viele Zeitschriften, die anthropologisch interessierende Arbeiten bringen und es ist unmöglich, sie alle hier zu benennen.

## Literatur

- AEBY, CHR. TH., 1867: Die Schädelformen der Menschen und der Affen. Leipzig.  
 V. BAEZL, E., 1901: Das Wachstum der Geschlechter zur Pubertätszeit. Verh. Berl. Ges. Anthrop. 1901, 211.  
 — 1920: Kritik der Einteilung der Menschenrassen. Vgl. hierzu: BAEZL, E., 1931: Das Leben eines deutschen Arztes im erwachenden Japan. Engelhorn, Stuttgart.  
 V. BAER, K. E., 1859: *Crania selecta ex Thesauris Anthropologicis, Academiae imperialis petropolitanae*. Acad. Imp. Sc. St. Petersburg.  
 BASTIAN, A., 1860: Der Mensch in der Geschichte. Leipzig.  
 BLUMENBACH, J. F., 1775: *De generis humani varietate nativa*. Dissertation Göttingen.  
 — 1790—1820: *Collectio craniorum diversarum gentium illustr.* Göttingen.  
 — 1831: *Handbuch der Naturgeschichte*. 12. Aufl.  
 BOAS, F., 1908: *Anthropology*. Columbia Univ., New York.  
 — 1913: Veränderungen der Körperform bei Nachkommen der Einwanderer in den Vereinigten Staaten. Zschr. Ethnol. 45, 1.  
 BOUNAK, V., 1924: Die Tätigkeit von Herrn Professor D. N. ANUTSCHIN im Gebiet der Anthropologie. Journ. Russe Anthrop. 13, 1.  
 BOWDITSCH, H. B., 1890: *Races and Peoples*. New York.  
 — 1891: *The American Race*.  
 — 1892: *Anthropology as a Science*. New York.  
 BROCA, P., 1866: *Anthropology*. In: BROCA, *Mémoires* 1, 1.  
 — 1871: *Mémoires d'Anthropologie*, 5 Bde. Paris.  
 — 1879: *Instructions générales pour les recherches anthropologiques*. 2. Aufl. Paris.  
 BROCA, M., 1869: L'ordre des primates. Parallèle anatomique de l'homme et des singes. Bull. Soc. Anthropol. 4, 228.  
 CAMPER, P., 1790: *Dissertation physique sur les différences réelles*. A. G. Camper, Utrecht.  
 — 1792: Über den natürlichen Unterschied der Gesichtszüge in Menschen verschiedener Gegenden und verschiedenen Alters. Berlin.  
 CUNNINGHAM, D. J., 1908: *Anthropology in the eighteenth century*. Journ. Anthropol. Inst. London 38, 10.  
 DAVIS, J. B., 1867: *Thesaurus craniorum*. London.  
 DAVIS, B. and THYMAN, I., 1856: *Crania Britannica*. London.

- ECKER, A., 1865: *Crania germaniae meridionalis occidentalis*. Freiburg.
- 1874: Die Statistik der Farbe des Haares, der Augen und der Haut der Bevölkerung des Deutschen Reiches. *Arch. Anthropol.* 7, 137.
- V. EICKSTEDT, E., 1937—1954: Die Forschung am Menschen. Enke, Stuttgart.
- FARABEE, W. C., 1905: Inheritance of digital malformations in man. *Papers of the Peabody museum. Harvard Univ.* 3.
- FISCHER, E., 1913: *Die Rehobother Bastards*. Fischer, Jena.
- FLOWER, H. W., 1884: Outline of Classification of the human species. *Nature* 31, 364.
- FRAIPONT, J. et LOHEST, M., 1887: La race humaine de Neanderthal ou de Cannstatt en Belgique. *Arch. Biol.* 7, 587.
- GOULD, B. A., 1869: Investigations on the military and anthropological statistics of American soldiers. New York.
- HADDON, A. C., 1898: The study of man. New York.
- HAMY, E. TH., 1884: *Anthropologie du Mexique*. Paris.
- HAMY, E. TH. et QUATREFAGES, A., 1882: Les crânes des races humaines. Paris.
- HENLE, J., 1876—80: Anthropologische Vorträge. Vieweg, Braunschweig.
- HIS, W. U. RÜTIMEYER, L., 1864: *Crania helvetica*. Georg's Verlag, Basel-Genf.
- V. D. HOEVEN, J., 1860: *Catalogus craniorum*. Ludg. Batavorum.
- HOVELACQUE, A. M., 1876: La Linguistique. *Bibl. Science contemp.*, Paris.
- 1887: *Précis d'Anthropologie*. Paris.
- HUMPFREY, M., 1858: A Treatise on the human skeleton. Cambridge.
- HUNTER, J., 1775: *Dissertatio critica quaedam de hominis varietatibus et harum causis exponens*. Edinburgh.
- HUSCHKE, E., 1854: Schädel, Hirn und Seele des Menschen und der Tiere nach Alter, Geschlecht und Rasse dargestellt. Jena.
- HUXLEY, M., 1858: De la place de l'homme dans la nature. Französisch von DALLY, E., Paris.
- HUXLEY, TH. H., 1863: Zeugnisse über die Stellung des Menschen in der Natur. Braunschweig.
- JUST, G., 1951: Erwin Baelz als Anthropologe. *Homo* 2, 145.
- KANT, I., 1708: *Anthropologie in pragmatischer Hinsicht*. Nicolovius, Königsberg.
- 1831: *Menschenkunde oder philosophische Anthropologie*. Hgb. Starke, Leipzig.
- KEANE, A. H., 1896: *Ethnology*. Cambridge.
- KEITH, A., 1911: *Ancient types of man*. Harper, London.
- 1950: *An autobiography*. Watts & Co., London.
- KLAATSCH, H., 1901: Das Gliedmaßenskelett des Neandertalmenschen. *Anat. Anz.* 19, Erg.H., 161.
- 1909: *Kraniomorphologie und Kraniotrigonometrie*. *Arch. Anthropol.* 8, 101.
- 1910: Der Werdegang der Menschheit und die Entstehung der Kultur. Bong, Berlin-Leipzig.
- KOLLMANN, J., 1902: Die Pygmäen und ihre systematische Stellung innerhalb des Menschengeschlechts. *Verh. Naturf. Ges. Basel* 26, 85.
- 1905: Neue Gedanken über das alte Problem von der Abstammung des Menschen. *Globus* 87, 141.
- LIVI, R., 1900: *Anthropometria*. Mailand.
- V. LUSCHAN, F., 1905: *Anthropologie, Ethnologie, Urgeschichte*.
- 1922: *Völker, Rassen, Sprachen*. Welt-Verlag, Berlin.
- LYSENKO, T. D., 1951: *Agrobiologie. Kultur und Fortschritt*. Berlin.
- MAGITOT, M., 1869: L'homme et les singes anthropomorphes. *Bull. Soc. Anthropol.* 4, 113, 113.
- MANTEGAZZA, P., 1878: *Lavore presentato nell' aderenza del 20 marza*. *Archivio per l'anthropologia*.
- MARTIN, R., 1901: *Anthropologie als Wissenschaft und Lehrfach*. Jena.
- MEIGS, J. A., 1857: *Catalogue of human crania in the collection of the academy of natural science of Philadelphia*. Phil. Morton Coll.
- MENDEL, J. G., 1865: *Versuche über Pflanzenhybriden*. In: Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften. Hgb. von E. TSCHERMAK. 4. Aufl. 1923, Leipzig.
- MORTON, S. G., 1839: *Crania americana*. Philadelphia.
- 1844: *Crania Aegyptiana*. *Trans. Am. Philos. Soc.* 9.
- MÜHLMANN, W. E., 1948: *Geschichte der Anthropologie*. Universitäts-Verlag, Bonn.
- MITSCHURIN, I. W., 1951: *Ausgewählte Schriften. Kultur und Fortschritt*. Berlin.
- NOTT, I. C. and GLIDDON, C. R., 1868: *Types of mankind, or Ethnological researches based upon the ancient monuments, paintings, sculptures and crania of races*. 9. Aufl. Philadelphia.
- PEARSON, K., 1900: *The grammar of sciences*. 2. Aufl. London.



- PENNIMAN, T. K., 1935: A hundred years of anthropology. Duckworth, London.
- PRICHARD, J. C., 1851: Researches into the physical history of mankind. 4. Aufl. 5 Bde. London.
- DE QUATREFAGES, A., 1861: Unité de l'espèce humaine. Hachette, Paris.
- QUÉTÉLET, L. A., 1838: Über den Menschen und die Entwicklung seiner Fähigkeiten. Stuttgart.
- 1871: Anthropometrie. Brüssel.
- RANKE, J., 1878: Beiträge zur physischen Anthropologie Altbayerns. Liter.-artistische Anstalt, München.
- 1893: Anthropologie, Urgeschichte, Ethnologie. Berlin.
- 1923: Der Mensch. Bibliogr. Inst. Leipzig.
- RETZIUS, G. M., 1878: Finska Kranier. Stockholm.
- 1896: Blick auf die Geschichte der physischen Anthropologie. Ymer 16, 221.
- 1900: Crania suecica. Stockholm.
- RETZIUS, G. u. FÜRST, C. U., 1902: Anthropologia suecica. Aftonbladet, Stockholm.
- ROUX, W., 1884: Beitrag zur Entwicklungsmechanik des Embryo. Ärtzl. Zschr., Breslau.
- 1895: Gesammelte Abhandlungen über die Entwicklungsmechanik der Organismen. Leipzig.
- RÜTIMEYER, L., 1898: Gesammelte kleinere Schriften. Basel.
- SANDIFORT, G., 1838/43: Tabulae craniorum div. nationum. Ludg. Batavorum.
- 1839: Tabulae craniorum div. gentium. Leiden.
- SARASIN, F. u. P., 1892—1893: Die Wedda von Ceylon und die sie umgebenden Völkernschaften. Bd. 3. Wiesbaden.
- SARASIN, F., 1916—1922: Anthropologie der Neukaledonier und Loyalty-Insulaner. Kreidel, Berlin.
- SCHAAFHAUSEN, H., 1885: Anthropologische Studien. Corr.-Bl. Dtsch. Ges. Anthropol. Bonn, 1885, 126.
- SCHMIDT, E., 1888: Anthropologische Methoden. Veith, Leipzig.
- SCHWALBE, G., 1904: Die Vorgeschichte des Menschen. Braunschweig.
- 1906: Studien zur Vorgeschichte des Menschen. Schweizerbart, Stuttgart.
- SERGI, G., 1893: La varieta umane. Anthropol. I., 15. Atti, Loc. Rom.
- 1901: The mediterranean race. London.
- V. SÖMMERING, S. TH., 1785: Über die körperlichen Verschiedenheiten des Negers vom Europäer. Frankfurt.
- V. TÖRÖK, A., 1892: Grundzüge einer vergleichenden Craniometrie. Arch. Anthropol. 20, 280.
- TOPINARD, P., 1877: L'Anthropologie. Reinwald, Paris.
- 1875: Sur les proportions générales chez l'homme et les mammifères. Bull. Soc. d'anthropol. 10.
- VERNEAU, R., 1890: Les races humaines. Paris.
- 1903: Les naciens Patagon. Monaco.
- VIRCHOW, R., 1858: Untersuchungen über die Entwicklung des Schädelgrundes. Berlin.
- 1876: Beiträge zur physischen Anthropologie der Deutschen. Abh. königl. Akad. d. Wissensch. Berlin.
- VOGT, E., 1863: Vorlesungen über den Menschen. Gießen.
- DE VRIES, H., 1900: Sur la loi disjonction des hybrides. C. rend. Ac. Sci. 130, 845.
- VROLIK, C., 1826: Considération sur la diversité des bassins des différentes races humaines. Amsterdam.
- WALTZ, F. T., 1859: Anthropologie der Naturvölker. Leipzig.
- WELCKER, H., 1862: Untersuchungen über Wachstum und Bau des menschlichen Schädels. Arch. Anthropol. 3, 197.
- WHITE, CH., 1799: An account of the Regular Gradation in Man and in different Animals and Vegetables. London.
- ZUCKERKANDL, E., 1877: Zur Morphologie des Gesichtsschädels. Stuttgart.

## C. Allgemeine Begriffe der Anthropologie

Zum Verständnis des folgenden Textes ist zunächst die Erörterung einiger Grundvorstellungen aus der Erblichkeitslehre sowie verschiedener häufig gebrauchter und vielfach mißverständener Begriffe der Systematik wie Art, Varietät, Rasse, Typus usw. erforderlich.

## 1. Grundbegriffe der Erblchkeitslehre

Alles Leben, auch dasjenige des Menschen, wird durch Erbanlagen begründet. In der Erblchkeitslehre wird dazu von einem Genotypus bzw. Idiotypus, einem Phänotypus und einem Kryptotypus gesprochen.

Unter **Genotypus** (JOHANNSEN) versteht man die Gesamtheit der Erbfaktoren, welche bei der Befruchtung von männlicher und weiblicher Keimzelle (Gamete) auf die entsprechende befruchtete Eizelle (Zygote) im Kern der Zellen übertragen werden. Doch besitzen nicht allein die Gene als submikroskopische Bestandteile der Chromosomen im Kern der Zelle Bedeutung, sondern auch Plasmaeinheiten haben als Träger-Strukturen für die höheren Enzyme und im Zusammenspiel mit den Genen der Chromosomen eine ähnliche Bedeutung. Für die Gesamtheit aller Gene, die im Kern und im Plasma liegen, kommt daher neuerdings wieder der alte Begriff des **Idiotypus**<sup>1)</sup> (WEISMANN) mehr in Gebrauch, der seither von dem neueren Begriff des Genotypus abgelöst worden war; der Begriff Genotypus wird damit für die Gesamtheit der im Kern gelegenen Gene eingeengt (Genom), während die Gene des Plasmas (Plastiden) als Plasmom zusammengefaßt werden.

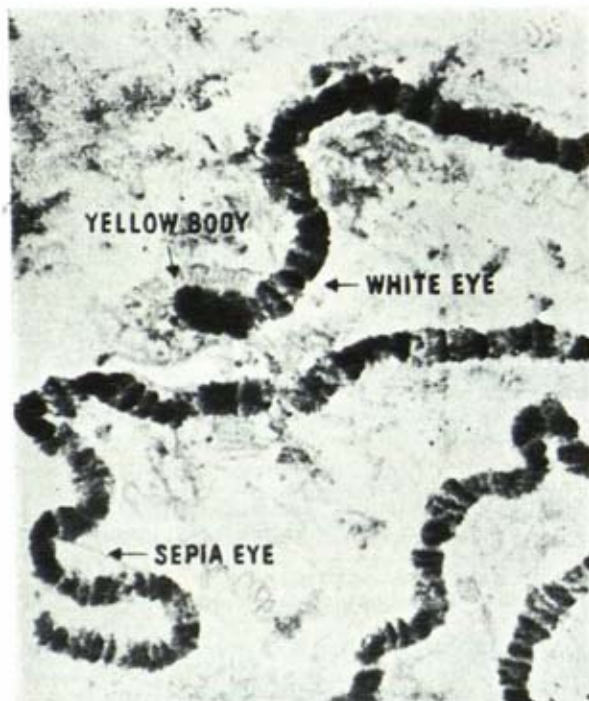


Abb. 2. Riesenchromosomen aus der Speicheldrüse der *Drosophila* mit den als Scheiben sichtbaren Erbanlagen (nach B. P. KAUFMANN).

Für die chemische Natur der Gene im Zellkern bestehen auch bereits weitere konkrete Vorstellungen. Es handelt sich um hochmolekulare Eiweißstoffe, die sich mit basischen Farbstoffen färben lassen und in den Kernschleifen, den sogenannten Chromosomen liegen. Diese Chromosomen formieren sich in ganz bestimmter, artspezifischer Zahl während der Zellteilung und vermitteln die gleichmäßige Verteilung der Gene auf die Tochterzellen. Die Gene werden dabei mikroskopisch durch dunkel gefärbte Bänder in den Chromosomen dargestellt, die chemisch aus Desoxyribonucleinsäure, also aus Nucleoproteiden bestehen, während die hellen Zwischenschleifen nur Eiweiß ohne Nucleinsäure enthalten. Solche Chromosomen als Genträger sind in der Speicheldrüse der *Drosophila* besonders groß (Abb. 2); ihr Aufbau sowie ihre Veränderungen bei Mutationen können hier mikroskopisch besonders leicht studiert

<sup>1)</sup> Das Wort *Id* stammt vom griechischen *idea* = Gestalt, Urbild (*idios* = eigen) und soll das Eigene, das dem Typus Eigentümliche bezeichnen. Von WEISMANN ist der Ausdruck im Sinn von Erbanlagen gebraucht worden. *Idioplasma* (NÄGELI) = Erbsubstanz. *Gen* kommt vom griechischen *gignomai* = werden, entstehen (Genesis = Entstehen, Werden, Abstammung) und bedeutet das durch die Geburt Gewordene, im



werden (Abb. 3). Für die individuelle Entwicklung erweisen sich die Gene dann weiter als Katalysatoren, die mit enzymartigem Charakter bestimmte Reaktionen auslösen. Sie sind übergeordnete Steuerungszentren, die sich aus dem umgebenden Plasma zu gleichartigem Bau vervielfachen und die durch ihre Produkte indirekt auf die Zytoplasma-vorgänge einwirken; die Plasmastrukturen sind damit als Trägerstrukturen direkt in den Vorgang der Merkmalsausbildung eingeschaltet. Die Gene sind demnach in ihrer Auswirkung auch nicht starre und stabile Erbinheiten, sondern Reaktionsmöglichkeiten, die dynamisch und plastisch sind und durch ihre Plastizität jeweils auch die Umwelt, in der die Individuen leben, in ihr endgültiges Bild einbeziehen. **LYSENKO** hat neuerdings im Hinblick auf die Umweltbeziehungen der Gene definiert: „Unter Erbanlagen verstehen wir die Eigenschaft des lebenden Körpers, für sein Leben, für seine Entwicklung bestimmte Bedingungen zu verlangen und in bestimmter Weise auf diese oder jene Bedingungen zu reagieren“ und „Die Eigenschaft der Erbanlagen besteht in der Fähigkeit der Organismen, aus der Umwelt nur das zu entnehmen, was ihrer Natur entspricht und das abzulehnen, was ihr nicht zuträglich ist; es ist das Vermögen, sogar dann auf das Nichtzusagende zu verzichten, wenn die Umwelt außerstande ist, der Natur des Organismus das Erforderliche zu bieten“. Neue Gene entstehen als Isomere bereits vorhandener Moleküle. Die Gene vermehren sich durch Selbstreproduktion für die weiteren Tochterzellen entsprechend, kommen zugleich aber bei der Bildung von Tochterzellen wieder in unterschiedliche Zellumwelten, so daß sich dadurch die Organe im Wechselspiel zwischen Genen und Plasmen verschieden entwickeln und ihr besonderes Gepräge, auch ihre besonderen Reaktionsmöglichkeiten bekommen. Dabei baut jeder weitere Schritt der Entwicklung auf dem Tatbestand auf, der durch die früheren Entwicklungsschritte geschaffen wurde und der mit dem Weiterbau auch nicht mehr rückgängig gemacht werden kann. Auf die Ganzheit des Organismus bezogen gibt es Gene, die sehr spezielle, oft minutiöse Merkmale beherrschen, und solche, die in mehr oder weniger weitgehender Polyphänie eine größere Zahl von Charakteren beeinflussen, sowie schließlich sehr umfassende „übergeordnete“ oder „sammelnde“ Gene, mit fließenden Übergängen zwischen diesen Kategorien. Es gibt auch Großgene, die offenbar selbst eine komplexe Struktur haben und Polygene, die im Genom mehrfach vertreten, relativ geringe, mehr quantitative Einwirkungen entfalten. Nach **BERTALANFFY** muß man die Gene als Ausdruck von kleinen Verschiedenheiten im großen Übereinstimmen der Genome auffassen, nicht aber als Anlagen für die Bildung einzelner Organe. Das Genom realisiert sich nicht als eine „Summe von Einzelanlagen“, sondern als Ganzheit, allerdings verschieden je nachdem, welche molekulare Gruppierung, welches „Gen“ an einem bestimmten Chromosomenort steht.

Als fruchtbar in der Vererbungs-forschung hat sich auch die Hypothese **GOLDSCHMIDT**s erwiesen, daß Entwicklungsverschiedenheiten in der Phänogenese nicht nur von qualitativen, sondern auch von quantitativen Genunterschieden abhängen. Derartige Vorstellungen wurden vor allem im Zusammenhang mit der Geschlechtsvererbung entwickelt. Das weibliche Geschlecht wird beim Menschen im Geschlechtschromosomenpaar durch 2 X-Chromosomen, das männliche Geschlecht nur durch ein X-Chromosom ausgezeichnet. Bezeichnet man die weibliche Erbtenz mit F, die männliche mit M, so würde, auf die Geschlechtschromosomen bezogen, der Weibchenbestimmer F im X-Chromosom liegen und beim weiblichen Geschlecht in doppelter (XX), beim Männchen in einfacher Menge vorhanden sein. Der männchenbestimmende Faktor M ist dagegen stets in beiden Geschlechtern vorhanden und wird nicht mit den Geschlechtschromosomen, sondern in einem anderen (Z-) Chromosomenpaar übertragen. Die Erbformel für das männliche Geschlecht lau-

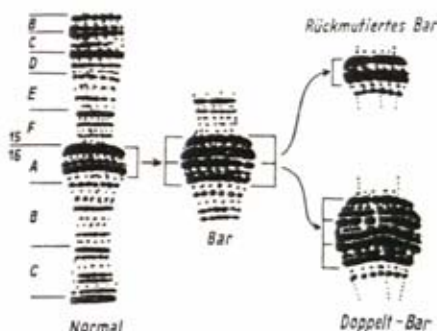


Abb. 3. Veränderungen an einem Riesenchromosom in der Speicheldrüse von *Drosophila* bei der Mutation *Bar* (Bandaugen). Bei Rückmutation Wiederherstellung der normalen Chromosomenstruktur, bei der Mutation *Doppel-Bar* Steigerung der Veränderungen (nach **BRIDGES**).

engeren Sinn die Erbinheit, wie sie im Kern, speziell in den Chromosomen lokalisiert ist.

tet dann MM Ff, für das weibliche MM FF. In der Phänogenese bedingen die Gene F und M jedes für sich eine Reaktionskette, die zur Entstehung der spezifischen, die Geschlechtsdifferenzierung bedingenden Stoffe führt (Abb. 4). Die Geschwindigkeit der

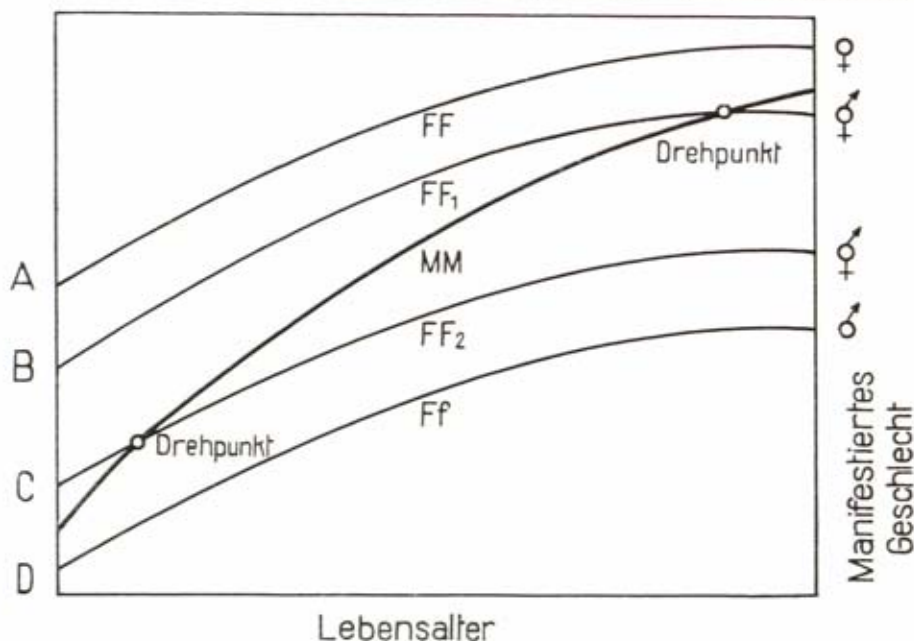


Abb. 4. Schematische Darstellung der Geschlechtsentwicklung bei verschieden stark gegebenen weibchenbestimmenden Faktoren (FF, FF<sub>1</sub>, FF<sub>2</sub>, Ff).

beiden Reaktionsabläufe ist unter sonst gleichen Bedingungen verhältnismäßig der Ausgangsmenge von F und M. Normalerweise sind die Ausgangsformen von F bei der Geschlechtsvererbung derart gegeben, daß FF-Individuen zu Weibchen und Ff-Individuen zu Männchen gebildet werden. Kommt es in diesen Verhältnissen zu Abweichungen, so entstehen Zwitter bzw. Zwitterbildungen. Schon im normalen Ablauf des Lebens bleibt bei der Frau das Überwiegen der weiblichen Tendenz über die männliche in den verschiedenen Altersstufen nicht gleich. Im Alter braucht sich der Vorrat an geschlechtlichen Potenzen in allen Zellen immer mehr auf, die Intensitäten beider Entwicklungsrichtlinien werden geringer, und gleichzeitig vermindert sich auch das Überwiegen der einen Geschlechtlichkeit über die andere (sexuelle Epistase). Überwiegen die weibchenbestimmenden Faktoren FF zu Beginn der Entwicklung nicht sehr stark die Faktoren MM, so kann es u. U. im Gefolge des Aufbrauchs der FF-Potenzen zu einer Kreuzung der Sexualkurven (Dominanzwechsel) und damit zu einer Geschlechtsumkehr kommen, die jedoch bei der normalen Frau vielleicht erst zwischen dem 90. und 100. Lebensjahr liegt und daher meistens nicht mehr erlebt wird. Kommen aber von Anfang an die weibchenbestimmenden Faktoren FF nur schwach zur Wirkung, sei es durch einen quantitativen Gendefekt (F<sub>2</sub> und F<sub>1</sub>) oder sei es durch besondere äußere und innere Einflüsse, so wird die Überkreuzung der Kurven schon früher eintreten. Es entsteht dann ein Individuum, das seine Entwicklung mit dem genetischen Geschlecht beginnt, sie aber von einem bestimmten Moment, dem Drehpunkt, an mit dem entgegengesetzten Geschlecht vollendet, d. h. es wird zum Zwitter. Organ oder Organteile, die sich vor dem Drehpunkt differenziert haben, zeigen das ursprüngliche Geschlecht, falls sie sich nicht noch nach dem Drehpunkt umdifferenzieren können. Was sich nach dem Drehpunkt differenziert, zeigt das neue Geschlecht. Sind die weibchenbestimmenden Faktoren endlich am Beginn der Entwicklung so schwach gewesen, daß sie (als Ff) von Anfang an sich schwächer als MM durchsetzen, so entsteht männliches Geschlecht. Zwischen ausgesprochen männlichem und ausgesprochen weiblichem Geschlecht kann so auf erblicher Grundlage, aber auch mit Hilfe äußerer Einflüsse, eine Reihe von intersexuellen Zwischenstufen entstehen,



auf genetischer Grundlage vor allem dann, wenn der weibchenbestimmende Faktor F Reihen multipler Allele mit quantitativer Abstufung bildet.

**Phänotypus** (JOHANNSEN)<sup>2)</sup> ist das Erscheinungsbild, das aus dem Erbbild bei seiner Verwirklichung in einer bestimmten Umwelt hervorgeht. Für manche, auch menschliche Merkmale ist der Weg vom Gen zum Phän durch die Phänogenetik schon weitgehend geklärt, so etwa für die Pigmentbildung, für andere ist er noch völlig undurchsichtig. Die Tatsache, daß manche Entwicklungsgänge von den Genen aus je nach unterschiedlichen Umwelteinwirkungen zu verschiedenen Ausprägungen des Phänotypus führen können (z. B. für die Körpergröße), hat zu der Auffassung der Gene als „Reaktionsnormen“ geführt.

Als besonders eindrucksvolles Beispiel für die Genwirkung und die gegenseitige Abhängigkeit aller Genwirkungen bei der Entwicklung des Phänotypus sei der weitgehend geklärte Vorgang der Pigmentbildung bei der Mehlmotte kurz geschildert (nach KÜHN u. BUTENANDT) (Abb. 5): Die Wildform der Mehlmotte hat dunkelbraun pigmentierte Falter- und Raupenaugen und eine dunkle Raupenhaut. Durch Mutation eines Gens entsteht eine Rasse, die sich durch Pigmentmangel an diesen Stellen auszeichnet. Die neue Rasse hat die Fähigkeit zur Bildung der Pigmentfarbstoffe aus der Aminosäure Tryptophan verloren. Injiziert man ihr einen Extrakt aus der Wildform, dann tritt normale Pigmentbildung ein. Der wirk-

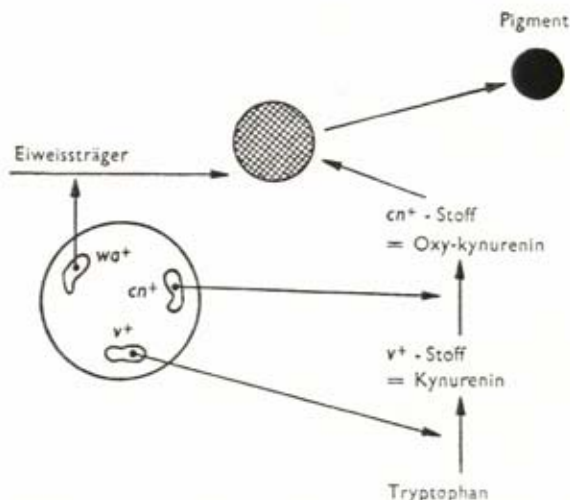


Abb. 5. Schema der Wirkung der Gene  $v^+$ ,  $cn^+$  und  $wa^+$  in einer pigmentbildenden Augenzelle (nach A. KÜHN).

same Stoff ist nach BUTENANDT das Kynurenin. Es ist ein Zwischenprodukt auf dem Weg vom Tryptophan zu den Farbstoffen. Auch bei Zufuhr von Kynurenin verläuft die Pigmentbildung bei der Mutante normal. Ihr fehlt das aktive Fermentsystem, das Gen, welches den enzymatisch gesteuerten Abbau von Tryptophan in Kynurenin durchführt ( $v^+$ ). Das eine Gen bewirkt so die Ausbildung von 3 Phänen, nämlich der Pigmente der Falteraugen, der Raupenaugen und der Haut (polyphäne Genwirkung). Bei der Tauffliege hat den gleichen Effekt auch die Mutation eines 2. Gens ( $cn^+$ ) zur Erzeugung der normalen dunkelroten Augenfarbe. Dieses 2. Gen ist nicht durch Kynurenin, wohl aber durch das weitere Abbauprodukt 3-Oxy-Kynurenin ersetzbar. Die Bildung der fertigen Pigmentkörper ist an einen Eiweißträger gebunden. Bei einer 3. Mutante ist die Bildung der Eiweißgranula gestört ( $wa^+$ ). Hier bestehen Beziehungen also zum Strukturproblem. Erst das Zusammenwirken aller 3 Gene bewirkt die Ausbildung der Phäno-Augenfarbe (polygenes Merkmal). Das 2. Gen hat aber zugleich eine Schlüsselstellung, wie Versuche an dem Bakterium *Neurospora* ergaben. Aus dem Oxykynurenin kann es bei *Drosophila* ein Pigment bilden, bei *Neurospora* aber Nikotinsäure, einen für Bakterien lebenswichtigen Stoff. So kommen die gleichen biochemischen Grundvorgänge, die Bildung von Oxykynurenin aus Tryptophan bei verschiedenen Organismen vor, führen zu verschiedenen Endprodukten und beruhen wahrscheinlich auf denselben Genen.

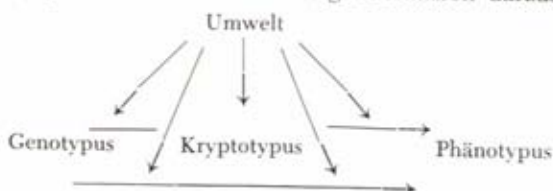
Die Reaktionsbreite der verschiedenen Gene für den Phänotypus kann verschieden eng oder weit sein. Merkmale mit einer geringen Reaktionsbreite der Umwelt gegenüber werden umweltstabile, solche mit einer großen Reaktions-

<sup>2)</sup> Phänotypus von *phainomai* = ans Licht bringen, erscheinen.

breite umweltlabile Merkmale genannt. Auch wird unterschieden zwischen Eigentümlichkeiten, deren genetische Grundlagen in jedem Fall auf den Phänotypus sich auswirken, gleichgültig in welcher Umwelt sich die Entwicklung vollzieht (umweltobligatorische Merkmale) und solchen, die nur in bestimmten Umwelten zur Verwirklichung kommen (umweltfakultative Anlagen).

Für die Anlagen, die jeweils in einer Person aus der Vererbung (aus dem Idiotypus) vorhanden sind, die sich aber noch nicht im Erscheinungsbild verwirklicht haben, ist als Überbegriff derjenige des Kryptotypus (SALLER) aufgestellt worden. Er umfaßt vor allem Dispositionen, Diathesen und dergleichen, die als Reaktionsmöglichkeiten eines Organismus wechselnden Umweltverhältnissen gegenüber für die Konstitutionslehre und ihre praktische Auswertung durch Arzt und Erzieher eine besondere Rolle spielen.

Schematisch ist die Beziehung zwischen Genotypus, Phänotypus, Kryptotypus und Umwelt folgendermaßen darzustellen:



Die Phänogenetik, die sich mit der Entwicklung der Gene zu den Phänen beschäftigt, hat eine Reihe praktisch bedeutsamer Erkenntnisse gebracht. Sie spricht für die einzelnen Genverwirklichungen von Praeformation und Epigenese. Praeformation bedeutet dabei, daß die Entwicklungstendenz ganz bestimmter Keimbezirke bereits mit der Befruchtung festgelegt, das betreffende Merkmal also praeformiert ist. Epigenese bedeutet, daß erst auf einem späteren Stadium festgelegt wird, was aus einzelnen Keimbezirken wird. In den epigenetischen Eiern sind also zunächst überhaupt keine fertigen Organanlagen oder unmittelbar vorgebildete Anlagen vorhanden, das Entwicklungsschicksal (prospektive Potenz) der einzelnen Keimbezirke ist noch nicht endgültig festgelegt und wird später determiniert. In solchen Fällen steht also am Anfang der Entwicklung ein undifferenziertes und ungegliedertes Material, in dem nur unlokalisierte Potenzen vorhanden sind, keine bestimmten Anlagen, nur „Untergliederungen ganzheitlichen Wirkgefüges, das bei der Entwicklung in Tätigkeit tritt“ (DÜRKEN). Die Erbmasse besteht nicht nur aus besonderen Lokalisationen in den Keimzellen, sondern sie ist in allen Bestandteilen der Fortpflanzungszellen (außer Betriebs-einrichtungen und Nahrungseinlagerungen) enthalten. Für den Menschen zeigt die Tatsache einer Zwillings-, Drillings- und Vierlings-, daß sein befruchtetes Ei ein epigenetisches Ei ist.

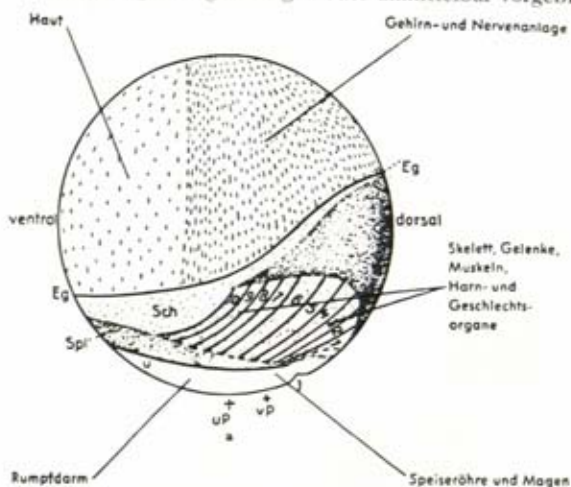


Abb. 6. Organbildende Keimbezirke, auf die Oberfläche kurz nach der Befruchtung des Eies projiziert (nach W. Vogt). Die einzelnen präsumptiven Organbezirke weisen eine deutliche Spezifität der Lage auf.

Die Unterscheidung zwischen Praeformation und Epigenese für die verschiedenen Keimbezirke wird getroffen durch Transplantationsversuche auf verschiedenen Entwicklungsstadien (Abb. 6). Dabei hat sich erwiesen, daß der Zeitpunkt für eine Determination je nach Tierart und Organ wechselt, auch daß bei ihrer Entstehung die Organe



relativ selbständig werden. Zugleich zeigte sich, daß auf späteren Stadien bestimmte Keimbezirke als Organisatoren wirken, d. h. nicht nur ihre eigene Stelle im befruchteten Ei festlegen, sondern darüber hinaus auch das Gewebe der Umgebung oder weitere Bezirke nach einer bestimmten Richtung hin beeinflussen. So sind schon die Gene als „in den Chromosomen liegende Hormondrüsen“ bezeichnet worden (Abb. 7). Es ist wichtig, daß auch noch im voll entwickelten Organismus speziell die innersekretorischen Drüsen als derartige Organisatoren wirken.

Darüber hinaus werden im einzelnen unter umweltobligatorischen Anlagen solche Anlagen verstanden, die in jeder Umwelt zur Auswirkung kommen und den Entwicklungsgang ihres Trägers unabänderlich für jeden Fall bestimmen. Hierher gehört beim Menschen etwa seine Zugehörigkeit zur Art Mensch als solche, er mag individuell noch so sehr abgeartet sein. Auch manche krankhafte Anlagen gehören hierher. Umweltfakultative Anlagen sind solche Anlagen, die im Erbbestand eines Individuums zwar vorhanden sind, die aber der Auslösung durch eine bestimmte Umwelt bedürfen, um wirksam zu werden. Finden sie diese Umwelt nicht, so bleiben sie ungeweckt (im Kryptotypus) liegen. Hierher sind vor allem bestimmte geistige Anlagen und Fähigkeiten zu rechnen. Die Eigentümlichkeit solcher Anlagen ist es, dann unter Umständen im späteren Leben doch noch zur Entwicklung kommen zu können. Als umweltsarr oder umweltsstabil werden Entwicklungsabläufe von bestimmten Erbanlagen her bezeichnet, die von Umwelteinflüssen verschiedener Art wenig oder gar nicht beeinflussbar sind, die also, einmal in Gang gekommen, unabänderlich ablaufen, gleichgültig, ob sie von umweltobligatorischen oder umweltfakultativen Anlagen her stammen. Die umweltsplastischen oder umweltsstabilen Reaktionsabläufe dagegen können durch Umwelt-

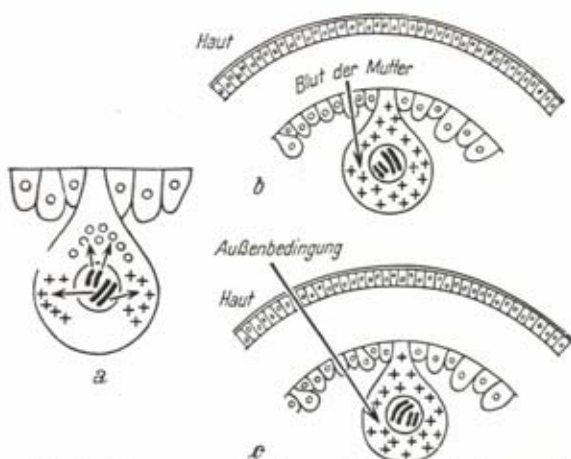


Abb. 7. Schema verschiedener Prädeterminationsweisen. a Einwirkung von Genen des Eikerns auf das Plasma der Eibildungszelle in der Wachstumsphase; b Beeinflussung des Eiplasmas durch das Blut der Mutter; c unmittelbare Beeinflussung des Eiplasmas durch eine Außenbedingung (nach KÜHN).

und zur Frage der Entstehung von Mutationen führen kann. Eine Änderung des Erbanlagebestandes einer Bevölkerung in umweltobligatorischen Anlagen und umweltsstarrten Reaktionsabläufen kann nur durch Mutation am Genbestand, durch die Förderung anderer, bevorzugter Anlagen bei Isolation und Inzucht und in der Einpassung an die Umwelt durch Auslese, d. h. Tilgung der betreffenden Anlagen erfolgen. Wenn in einer Generation ebenso viele Mutationen entstehen wie gleichzeitig ausgeschaltet werden, dann bleibt der Genbestand der betreffenden Bevölkerung konstant.

Im übrigen ist auch die Fähigkeit, zu Zellteilungen zu kommen oder für zellteilungshemmende Stoffe ansprechbar zu sein, bei allen metazoischen Zellen an ganz bestimmte Gene oder Genkonstellationen gebunden. Das hat praktische Bedeutung speziell für die Krebszelle, für die es bedeutet, daß es entweder keinen Wirkstoff

gibt, der auf die Krebszelle teilungshemmend wirkt, oder aber es gibt einen solchen, der dann für alle Krebse der gleiche ist (WENDT). Man kann auch für den Wachstumsabschluß im Lauf eines individuellen Lebens die Existenz zahlreicher mehr oder minder spezifisch wirkender zellteilungshemmender Substanzen annehmen.

Die Unterschiede für ein Merkmal, die sich vom selben Gen oder Genkomplex her im Phänotypus oder auch im Kryptotypus entwickelt haben, werden als **Modifikationen** bezeichnet. Solche Modifikationen beruhen auf einer Anpassung an das Milieu im weitesten Sinne des Wortes. Da auch die Fähigkeit zu einer solchen Anpassung, die „Modifikabilität“ vererbt wird, könnte man auch von „adaptiven Emanationen eines erblichen Merkmals“ sprechen. Als **Dauermodifikationen** (JOLLOS) werden Modifikationen aufgefaßt, die nicht mit der Generation, in der sie entstanden sind, absterben, sondern die durch die Keimzellen eventuell über mehrere Generationen hin übertragen werden, um sich dann wieder zurückzubilden.

Der Begriff eines **Paratypus** (SIEMENS), der neben denjenigen des Idiotypus und Phänotypus gestellt worden ist, ist überflüssig und hat keinen Sinn. Seine Übersetzung lautet „Scheinbild“. In Wirklichkeit ist aber neben dem Begriff des Erscheinungsbildes (Phänotypus) der Begriff eines Steinbildes nicht notwendig. Am Körper ist nichts nur Schein, aber alles Erscheinung, wobei die Erbkraft, welche die verschiedenen Erscheinungen ausdrücken, eine verschiedene ist.



Abb. 8. Eineiige Zwillinge (nach EUGSTER), von denen durch eine Schilddrüsenerkrankung nur der eine Partner Kretin ist.

Die Neuentstehung von Erbanlagen wird als **Mutation** (DE VRIES) bzw. **Idiokinese** bezeichnet. Streng genommen ist eine Mutation nicht die Neuentstehung, sondern nur die Umänderung einer schon vorhandenen Erbanlage. Die völlige Neuentstehung einer Erbanlage muß **Idiogenese** genannt werden. Wie sich eine solche vollzieht, ist unbekannt. Ihrer Ausdehnung nach werden unterschieden 1. **Genmutation** (Änderung des molekularen Baus eines Gens), 2. **Chromosomenmutation** (Fragmentation, Deficiences, Delationen, Inversionen, Duplikationen, einfache und reziproke Translokationen, Chromosomen-Verschmelzung), 3. **Genommutation** und 4. **Plastidenmutation**. Als Ursache von Mutationen wurden durch die Experimental-Forschung zahlreiche Einflüsse ermittelt, so Radium- und Röntgenstrahlen (auch im Zusammenhang mit den Atombomben), kosmische Strahlen, manche Gifte. Vielleicht spielen auch andere Reize







geologischen Zeiträumen läßt neben den Kleinmutationen jedoch das Vorkommen auch von Großmutationen (Systemmutationen R. GOLDSCHMIDT, Schlüsselmutationen W. LUDWIG) vermuten. Man versteht darunter Erbänderungen vor allem im ganzen Bauplan der Art mit der Folge des Auftretens neuer Arten. Im Idiotypus würden ihnen Umänderungen nicht nur an den Einzelgenen, sondern im ganzen Erbgefüge oder jedenfalls in größeren Teilen desselben entsprechen.

Ein vielerörtertes und vielumstrittenes Problem für die Neuentstehung von Erbanlagen stellt die „Vererbung erworbener Eigenschaften“ (LAMARCK) dar, d. h. die Daueranpassung an bestimmte Umwelten. Modifikationen sind nicht erblich, weil sie nur den Phänotypus betreffen, nicht aber den Genotypus als Erbänderung. Der Genotypus wird in einer „Keimbahn“ (WEISMANN) relativ unabhängig von Modifikationen von Generation zu Generation übertragen (Abb. 9). Dauermodifikationen, die sich zunächst nur als „Nachwirkung“ mehrere Generationen hindurch äußern, können allerdings einen Übergang zu den Mutationen darstellen. Es ist jedoch nach wie vor ein ungelöstes Problem der erbbiologischen Forschung, ob und wie ein solcher Übergang von Modifikationen zu Dauermodifikationen und zuletzt zu Mutationen tatsächlich vorkommt. Auch eine plasmatische Vererbung könnte in dieser Frage mitprechen; sie ist heute für den Menschen ebenfalls noch nicht endgültig spruchreif.

Hier setzen vor allem die Vorstellungen der sowjetrussischen Genetik (MITSCHURIN, LYSSENKO) ein, die stark zu entwicklungsmechanischen Problemen überleiten und nur von den Erkenntnissen der Entwicklungsmechanik her tatsächlich verstanden werden können. Die Sowjetgenetiker betonen, daß wohl Erbgrundlagen den allgemeinen Rahmen einer Entwicklung bestimmen, daß aber der Organismus konkret

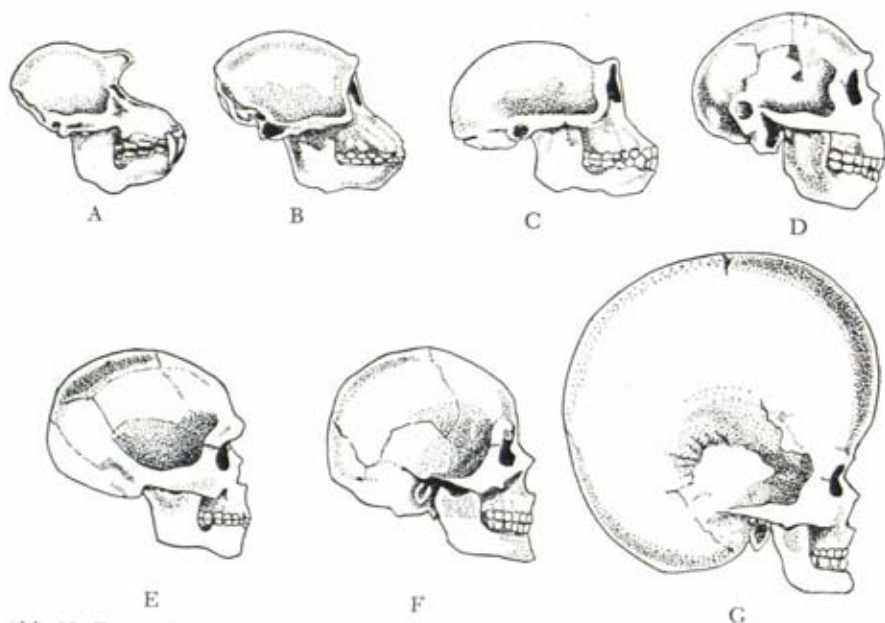


Abb. 10. Die Orthogenese in der Gehirn-, damit Schädelentwicklung des Menschen. Das letzt abgebildete Stadium ist hypothetisch. A Niederer Affe; B Schimpanse; C Pithecanthropus; D Homo primigenius; E Homo recens des Paläolithikums; F Homo recens der Gegenwart; G Zukunftsbild auf Grund der bisherigen Entwicklung.

festgelegte Merkmale ebensowenig kenne wie willkürliche Formänderungen. Die Merkmale formen sich verschieden je nach dem umweltbeeinflussten Ablauf der einzelnen Entwicklungsstadien und zeigen sich dementsprechend für die einzelnen Stadien unterschiedlich. „Die Erbanlagen sind gewissermaßen das Konzentrat der Umweltbedingungen, die von den pflanzlichen Organismen in einer Reihe vorhergehender Generationen assimiliert worden sind.“ Auch der Begriff „sensibler Phasen“ kann zur Erklärung hier anknüpfender Vorstellungen herangezogen werden, wie überhaupt die entwicklungsmechanischen Erkenntnisse und die letzten phänotypischen Forschungen vieles der modernen russischen Auffassungen bereits vorweggenommen haben.

Ähnlich problematisch wie die Vererbung erworbener Eigenschaften ist die sogenannte *Orthogenese* (EIMER). Unter Orthogenese wird die Tatsache verstanden, daß manche Arten bei ihrer Entwicklung über lange Zeiträume hin eine einmal eingeschlagene Entwicklungsrichtung auch dann beibehalten, wenn sich der Vollzug dieser Richtung bei den gegebenen Umweltverhältnissen als immer schädlicher für das Fortbestehen der betreffenden Art auswirkt und zuletzt sogar zu ihrem Tod führt. Gerade auch beim Menschen scheinen Anhaltspunkte für eine derart verlaufende Orthogenese vorhanden zu sein (Gehirnentwicklung (Abb. 10), Plazentarentwicklung (Abb. 11) u. a.). Mit dem Begriff der Orthogenese hängt dann bis zu einem gewissen Grad auch derjenige der Prämutation und einer Ubiquität der Merkmale zusammen. Der Begriff der Prämutation besagt, daß manche Gene anlagemäßig dazu prädisponiert sind, immer in derselben Richtung zu mutieren, mögen dabei die ganzen Lebensbedingungen der mutierenden Gruppen die gleichen oder auch verschiedene sein. Unter dem Begriff einer Ubiquität der Merkmale ist zu verstehen, daß solche Mutationen nicht nur bei verschiedenen Rassen derselben Art, sondern auch bei verschiedenen Arten vorkommen und sich dementsprechende Erbänderungen in den verschiedensten Erbkreisen daher gleich vollziehen können.

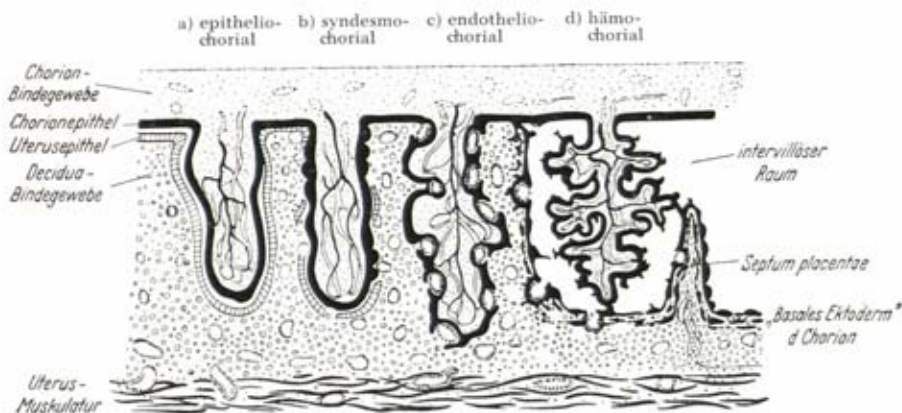
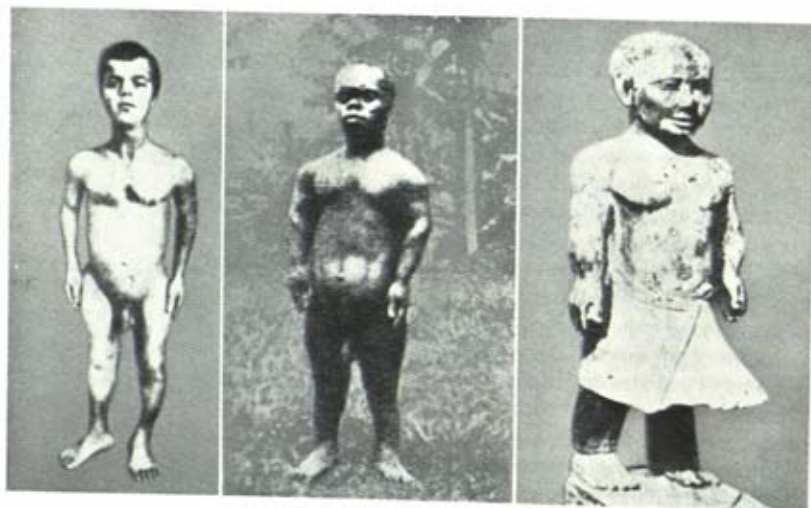


Abb. 11. Die Orthogenese in der Plazentarentwicklung nach der Unterscheidung von GROSSER. a Placenta epitheliochorialis, b Placenta syndesmochorialis, c Placenta endotheliochorialis, d Placenta haemochorialis. Die steigende Differenzierung von a—d kommt gleichmäßig im Abbau mütterlicher Gewebsbestandteile wie in einer Oberflächenvergrößerung der Chorionzotten zum Ausdruck. Das Chorionepithel sproßt und gewinnt eine zunehmende Aggressivität. Beim Menschen (d) wird die als Trophoblast mächtig verdickte Epithelschale des Chorion, welche ins mütterliche Gewebe eindringt, durch das aus zerstörten mütterlichen Gefäßen aussickernde Blut „gesprengt“. Dadurch entstehen die intervillösen Räume, deren Wand auf der mütterlichen Seite von einem sog. basalen Ekto-derm ausgekleidet wird. Dieses stellt die äußerste Durchdringungszone des Trophoblast dar. Beim Menschen scheint sich eine orthogenetische Entwicklung in dem Auftreten von Geschwülsten von solchen Placenten her (Chorionepitheliome) anzudeuten, an denen die betreffenden Frauen zugrunde gehen (aus GÖRTTLER).

Auch für den Menschen kennt die Anthropologie verschiedene Anhaltspunkte für Prämutationen, so z. B. das Auftreten einer Chondrodystrophie bei verschiedenen menschlichen und Tierrassen (Abb. 12). Ein Beispiel für das Bestehen von Prämutationen in weiteren als Artkreisen ist auch das Vorkommen einer Syndaktylie beim Menschen als sporadisches, bei der Gibbonart *Symphalangus syndactylus* als Artmerkmal.



a) Europäer

b) Melanesier

c) Altägypter



d) Indisches Zwerg-Zebu

Abb. 12. Chondrodystrophischer Zwergwuchs auf Grund von Prämutation bei verschiedenen Menschenrassen und beim Haustier.  
(a nach FALTA, b nach PÖCH, c nach SIGERIST, d nach HENSELER.)

Für die Zusammenhänge der Mutationen, Orthogenese und Typenentwicklung in der Stammesgeschichte bestehen folgende



Vorstellungen (SCHINDEWOLF): Die Entwicklung erfolgt sprunghaft in einem Dreiphasensystem, das sich aus einer Typogenese, Typostase und Typolyse zusammensetzt. Die Typogenese schafft in Großmutationen neue Baupläne; sie erfolgt im Frühstadium der Orthogenese. Die Typolyse ist ein degeneratives Endstadium; indem die Orthogenese über das biologische Optimum hinauschießt, kommt es zu Überspezialisierungen (Riesenwuchs usw.), die zum Aussterben führen. Von weniger spezialisierten Formen aus führt dann die Entwicklung weiter. Der Fortschritt der Entwicklung, die Makroevolution, begründet sich auf der Typogenese, die die höheren Kategorien des Systems (Klassen, Ordnungen usw.) erzeugt. Diese höheren Kategorien werden dann im Typostasestadium durch Kleinmutationen zu den niedrigen taxonomischen Kategorien (Familie, Genus usw.) abgebaut.

Wenn auch die Entstehung neuer Erbanlagen, die chemische Struktur der Gene und der Verlauf von Erbänderungen an bestehenden Genen noch für keinen Einzelfall restlos geklärt sind, so besteht doch über den Transport der Erbfaktoren von Generation zu Generation grundsätzlich Klarheit. Das gilt insbesondere für die im Zellkern und dort speziell in den Chromosomen lokalisierten Gene, während über den Erbgang eventueller Plasmagene noch weniger bekannt ist. Der Transport der Kerngene erfolgt nach den drei MENDELSchen Erbgesehen, deren Verständnis durch die Kenntnis der Befruchtung wesentlich erleichtert wird. Diese Kenntnis wurde bereits vor dem Ausbau der Erblchkeitslehre erarbeitet (W. Roux, 1883: Über die Bedeutung der Kernteilungsfiguren) in der sogenannten Zytogenetik.

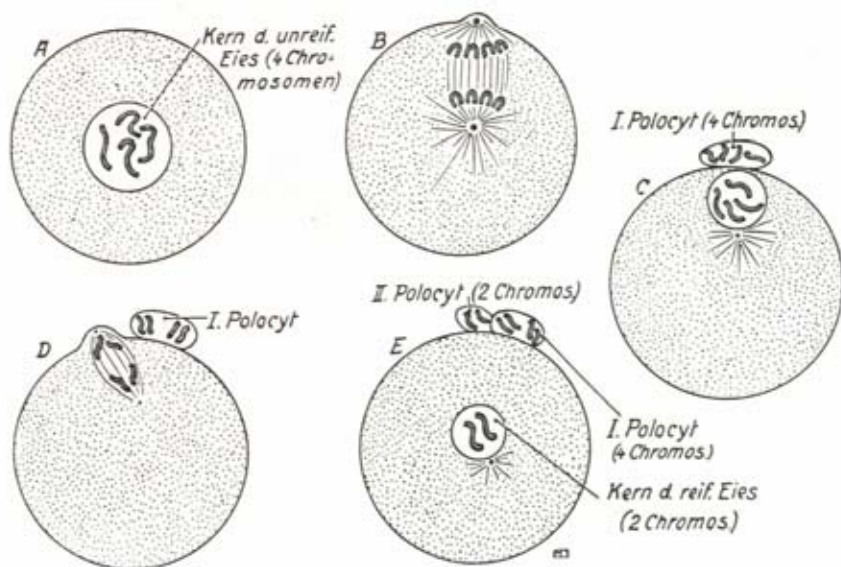


Abb. 13. Schema der Reifeteilungen und der Bildung der Polocyten bei *Ascaris megalocephala bivalens*. Die somatischen Zellen besitzen 4 Chromosomen; vor der Befruchtung muß eine Reduktion auf die Hälfte stattfinden.

(AUS CORNING.)

Alle Anlagen eines Individuums für eine bestimmte Eigenschaft erben eine Grundlage (Erbanlage) gleichzeitig vom Vater und von der Mutter her. Alle Anlagen der befruchteten Eizelle und des Individuums, das seine Merkmale aus der befruchteten Eizelle heraus entwickelt, sind also in den Zellen in Form einer Doppelanlage gegeben. Dem entspricht es, daß sich im histologischen Bild

die Chromosomen der Zelle paarweise immer mit gleichen Formen anordnen; die Zahl der Chromosomenpaare ist für jede Tierart immer dieselbe, d. h. als Artmerkmal fixiert. Für die Entstehung der Keimzellen (Gameten) im mütterlichen wie im väterlichen Organismus ist zytogenetisch von Bedeutung, daß sie sog. „Reifeteilungen“ durchmachen, die den Chromosomenbestand letzten Endes halbieren, d. h. immer nur einen Paarling der artspezifischen Chromosomenpaare in die reife Keimzelle bringen (Abb. 13). Dabei werden zwei Reifeteilungen unterschieden, als erste die sog. Äquationsteilung, die einer normalen Zellteilung mit Verdoppelung des Chromosomenbestandes für die entsprechenden Tochterzellen entspricht, und dann die sog. Reduktionsteilung, die den Chromosomen-

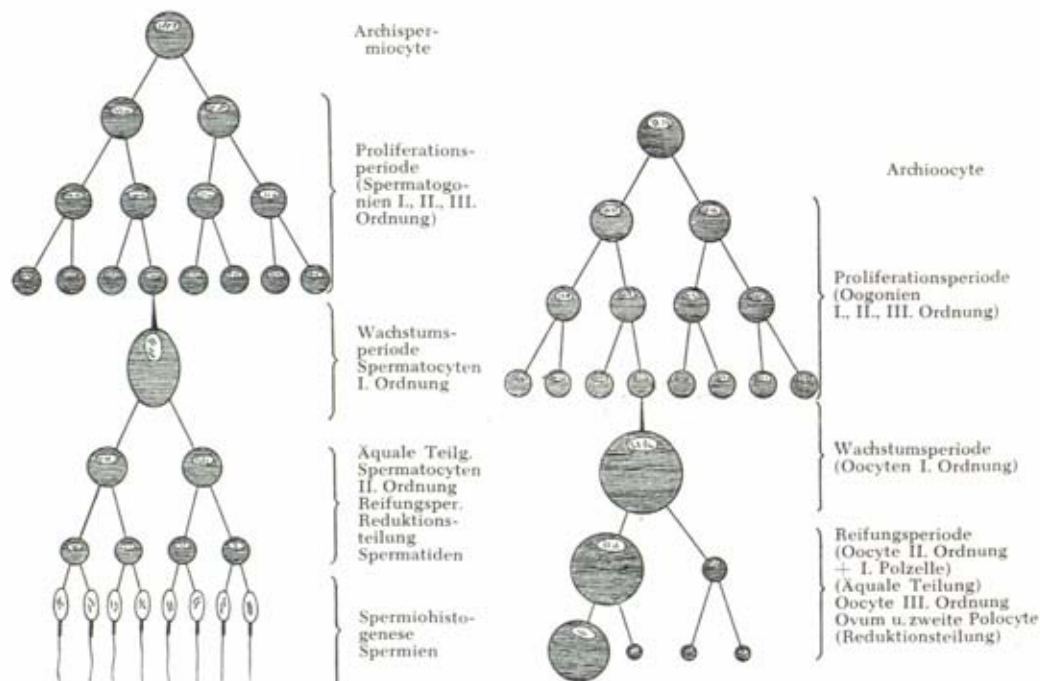


Abb. 14. Vergleich der Ei- und Samenbildung (nach BOVERI aus CORNING).

bestand auf die Hälfte zurückführt. Dabei ergibt sich zwischen der Eireifung bei der Mutter und der Samenzellenreifung beim Vater allerdings insofern ein Unterschied (Abb. 14), als bei der Eireifung nur eine der entsprechenden vier Gameten das Plasma der Keimzellen mitbekommt (als Grundlage für eine „mütterliche Vererbung“) und die übrigen 3 Gameten zugrundegehen, während bei der Samenzellenreifung alle entstehenden Gameten mit halbem Chromosomenbestand die gleiche Plasmamenge mitbekommen und in diesem Sinn gleich befruchtungsfähig sind. Durch die Verschmelzung der Keimzellen (Gameten) bei der Befruchtung entsteht dann in der befruchteten Eizelle (Zygote) wieder der volle Chromosomensatz, d. h. für jedes sich entwickelnde Merkmal wird eine Anlage vom Vater und eine solche von der Mutter her auf die Zygote übertragen, wobei man von Homozygotie spricht, wenn die beiden Anlagen gleich sind, von Heterozygotie bei Verschiedenheit der Erbanlagen an den betreffenden Stellen der Chromosomen.

Von den drei MENDELSchen Erbgregeln besagt die erste, die sog. Uniformitätsregel, daß bei Kreuzung verschiedener reinerbiger Eltern (P-Generation) die Bastarde in der ersten Filialgeneration ( $F_1$ -Generation) uniform sind. Stehen die Bastarde einer solchen Kreuzung mit ihrem Aussehen zwischen demjenigen der beiden Eltern, so spricht man von einer intermediären Vererbung. Gleichen die Bastarde für die beobachtete Eigentümlichkeit nur dem einen Elter, während die Eigentümlichkeit des anderen Elters nicht ins Erscheinungsbild tritt, dann wird die hervortretende Eigentümlichkeit als dominant, die zurücktretende als recessiv bezeichnet.

Die zweite MENDELSche Regel, die sog. Spaltungsregel, besagt, daß bei Kreuzungen der  $F_1$ -Bastarde diese in der  $F_2$ -Generation wieder „aufspalten“, d. h. daß in der  $F_2$ -Generation die Eigentümlichkeiten der P-Generation mit bestimmten Prozentsätzen wieder „herausmendeln“. Steht ein einziges Merkmal in der Beobachtung, so erfolgt die Aufspaltung bei intermediärer Vererbung im Verhältnis 1 : 2 : 1, bei dominant-rezessiver Vererbung im Verhältnis 3 : 1.

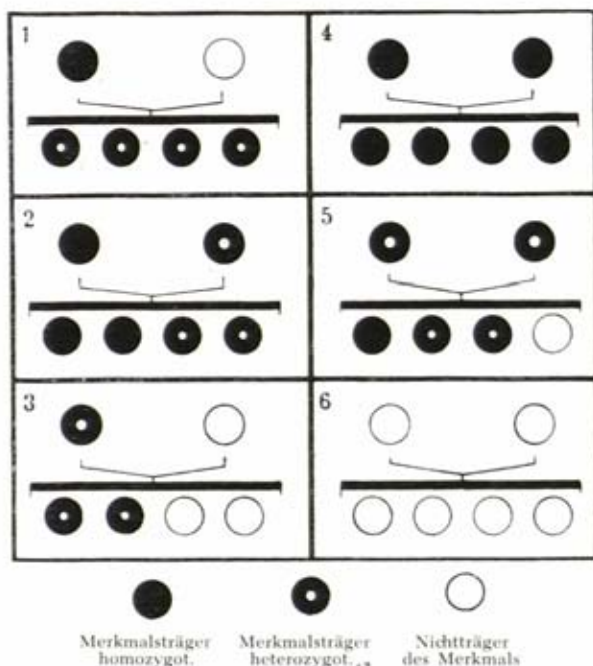


Abb. 15. Schema der Vererbungsproportionen bei Dominanz des Merkmals (nach RÜDIN).

Die Vererbungslehre pflegt Anlagen, die dominant sind, durch große Buchstaben zu bezeichnen, wenn sie rezessiv sind durch kleine, also etwa von AA- und aa-Individuen zu sprechen. Unter Anwendung dieser Symbole stellt sich die Uniformitätsregel folgendermaßen dar: Die Kreuzung  $AA \times aa$  erfolgt durch Gameten A und a und ergibt in der  $F_1$ -Generation ausschließlich Aa-Individuen. Bedeutet A etwa die Farbe rot und a das Fehlen dieser Farbe, also weiß, so können die Bastarde der  $F_1$ -Generation rosa erscheinen; man spricht dann von intermediärer Vererbung. Sind sie rot, so wird rot als dominant bezeichnet. Weiß tritt also rezessiv in dem Erscheinungsbild der Aa-Bastarde zurück, bleibt aber in ihrem Erbbild (Genotypus) erhalten und bildet dadurch die Grundlage für die Vorgänge, die weiter für die Spaltungsregel formuliert werden.



Die Spaltungsregel ergibt sich durch Kreuzung der Bastarde aus der  $F_1$ -Generation untereinander, also durch eine Verbindung von Aa- und Aa-Individuen. Diese Aa-Individuen bilden Gameten A und a, von denen jede Gametenart der einen Seite mit jeder Gametenart der anderen Seite zusammenzutreffen die gleiche Wahrscheinlichkeit hat. So werden in der  $F_2$ -Generation AA-, aa- und doppelt so viele Aa-Individuen entstehen, d. h. es werden neben weiteren Aa-Bastarden nun AA- und aa-Individuen wie in der P-Generation auftreten: Die Merkmale der Ausgangseltern sind wieder zum Vorschein gekommen. Bei der Rückkreuzung eines  $F_1$ -Bastards mit einem Elter werden mit den Keimzellen A und a des  $F_1$ -Bastards Keimzellen A und A oder a und a aus der P-Generation zusammentreffen; es werden sich dann je 50% AA- und Aa- oder je 50% Aa- und aa-Individuen ergeben, wie es etwa für die Geschlechtsvererbung zu demonstrieren ist (Abb. 15 und 16). Dabei scheint der experimentelle Befund auch für die Vererbung beim Menschen von Bedeutung zu sein, daß eine Aufspaltung der Gene in der  $F_2$ -Generation um eine Generation hinausgeschoben werden kann, wenn bei Kreuzung zweier Rassen das Eioplasma durch ihm rassenfremde Gene verändert wird. Die Eier der  $F_1$ -Bastarde werden dann dem dominanten Gen entsprechend „determiniert“ und die  $F_2$ -Individuen gleichen unabhängig von ihrer Genkombination der dominanten Rasse; erst in der  $F_3$ -Generation tritt dann die Aufspaltung ein. Eine solche „Praedetermination“ der Eizelle durch Außenfaktoren zeigt Beziehungen zu regelmäßiger Dominanz und zur Dauermodifikation.

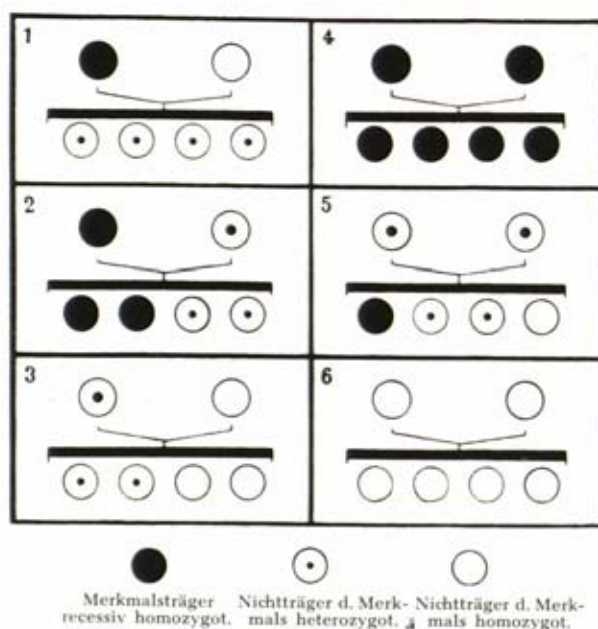


Abb. 16. Schema der Vererbungsproportionen bei Recessivität des Merkmals (nach RUDIN).

Für die Zusammenhänge der Uniformitäts- und der Spaltungsregel mit den Vorgängen an den Chromosomen bei der Befruchtung und Zellteilung ist folgendes zu sagen:

Die Chromosomen ordnen sich in der Zelle für die Reifeteilung paarweise zusammen. Man spricht von homologen Chromosomen, wenn die Paarlinge gleich sind, von heterologen Chromosomen bei Verschiedenheit der Paarlinge (Geschlechtschromosomenpaar). Entsprechend werden auch die Erbmerkmale der Individuen (d. h. der Zygoten) homozygote und heterozygote Merkmale genannt. Homozygote Merkmale sind diejenigen, bei denen die beiden zugrunde liegenden Erbfaktoren in der Doppelanlage gleich sind (etwa AA oder aa), heterozygot sind diejenigen mit zwei verschiedenen Erbfaktoren in der Doppelanlage des betreffenden Merkmals (Aa). Die beiden Faktoren, welche nach der Annahme MENDELS

und Erkenntnissen der Cytogenetik jedem Merkmal zugrunde liegen, werden als Paarlinge, antagonistische und allelomorphe Erbinheiten oder auch kurz als Allelomorphe bezeichnet. Allelie nennt man die Tatsache, daß sich an einem bestimmten Ort des Chromosoms verschiedene Faktoren gegenseitig ersetzen können; die Dominanz-Rezessivitätsverhältnisse brauchen dabei keine Rolle zu spielen. Kommen nur 2 Faktoren für eine bestimmte Lokalisation in einem Chromosomenpaar in Frage, so wird von Diallelie gesprochen (z. B. für die Blutfaktoren M und N in der menschlichen Erblchkeitslehre), bei mehreren Faktoren von multipler Allelie (z. B. für die Blutgruppen 0, A und B beim Menschen).

Hinsichtlich der Beziehung zwischen Dominanz-Rezessivität und entwicklungsmechanischen Vorgängen weist Lysenko darauf hin, daß die Dominanz keinesfalls

a)

Gameten aus F <sub>1</sub>	A	a
A	AA	aA
a	Aa	aa

Kombinationsschema für Monohybridenkreuzung

b)

Gameten aus F <sub>1</sub>	AB	aB	Ab	ab
AB	AB AB	aB AB	Ab AB	ab AB
aB	AB aB	aB aB	Ab aB	ab aB
Ab	AB Ab	aB Ab	Ab Ab	ab Ab
ab	AB ab	aB ab	Ab ab	ab ab

Kombinationsschema für Dihybridenkreuzung

c)

Gameten aus F <sub>1</sub>	ABC	aBC	AbC	abC	ABc	aBc	Abc	abc
ABC	ABC ABC	aBC ABC	AbC ABC	abC ABC	ABc ABC	aBc ABC	Abc ABC	abc ABC
aBC	ABC aBC	aBC aBC	AbC aBC	abC aBC	ABc aBC	aBc aBC	Abc aBC	abc aBC
AbC	ABC AbC	aBC AbC	AbC AbC	abC AbC	ABc AbC	aBc AbC	Abc AbC	abc AbC
abC	ABC abC	aBC abC	AbC abC	abC abC	ABc abC	aBc abC	Abc abC	abc abC
ABc	ABC ABc	aBC ABc	AbC ABc	abC ABc	ABc ABc	aBc ABc	Abc ABc	abc ABc
aBc	ABC aBc	aBC aBc	AbC aBc	abC aBc	ABc aBc	aBc aBc	Abc aBc	abc aBc
Abc	ABC Abc	aBC Abc	AbC Abc	abC Abc	ABc Abc	aBc Abc	Abc Abc	abc Abc
abc	ABC abc	aBC abc	AbC abc	abC abc	ABc abc	aBc abc	Abc abc	abc abc

Abb. 17. Kombinationsschemata bei freier Kombination der Gene in Monohybridenkreuzung (a), Dihybridenkreuzung (b) und Trihybridenkreuzung (c).

eindeutig interzygot präformiert sei. Dominieren werde in der Entwicklung das, was günstigere Anpassungsbedingungen für seine Entwicklung vorfindet. Entscheidend dafür ist das Angepaßtsein der Entwicklung des ersten oder zweiten allelomorphen Gliedes an die gegebenen Existenzbedingungen. Durch solche Vorstellungen kann dann ebenso wie durch den Begriff einer „Prädetermination“ auch der Begriff einer „unregelmäßigen Dominanz“ erklärt werden, wie sie sich bei der menschlichen Erblehre vielfach zeigt. Zugleich ergibt sich die Schlußfolgerung, daß heterozygote Individuen größere Entwicklungsmöglichkeiten haben, dank ihrer Heterozygotie, als Homozygote. Der Schaden fortgesetzter Inzucht würde sich auch aus solchen Bedingungen erklären.

Die dritte MENDELSche Regel ist diejenige von der freien Kombination bzw. der gegenseitigen Unabhängigkeit der Gene. Sie besagt, daß sich die Gene für verschiedene Erbeigentümlichkeiten im Erbgang frei und unabhängig miteinander kombinieren (Abb. 17). Wenn man bedenkt, daß die Gesamtzahl der Gene für den Menschen auf mindestens 20 000 (vielleicht mehr als das Doppelte) geschätzt wird, dann kann man ermessen, was diese Regel gerade für die menschliche Erblchkeitslehre und für die gesamte Anthropologie bedeuten könnte.

Doch hat zur Regel von der freien Kombination der Gene die Forschung seit MENDEL zahlreiche Ausnahmen ergeben, indem sich immer wieder verschiedene mehr oder weniger enge Genkoppelungen beobachten ließen. Bei einer genaueren Analyse solcher Genkoppelungen, um die sich besonders die amerikanische Schule mit MULLER verdient gemacht hat, stellte sich heraus, daß

es für jede Art so viele Genkoppelungsgruppen gibt, als die betreffende Art Chromosomenpaare besitzt. Bei der Annahme einer Lokalisation der Gene in den Chromosomen werden derartige Beobachtungen vollauf verständlich. Die in einem Chromosomenpaar gelegenen Gene bleiben auch im Erbgang enger zusammengeschlossen als die in verschiedenen Chromosomenpaaren liegenden Anlagen. So sind beim Menschen für seine 24 Chromosomenpaare 24 Gruppen gekoppelter Merkmale zu erwarten. Nachgewiesen sind allerdings bisher nur verschiedene Koppelungen im Geschlechtschromosom, für welche die Beobachtungsmöglichkeiten relativ einfach liegen (Abb. 18). Die weitere Beobachtung, daß auch im Chromosom die Koppelung der verschiedenen Gene untereinander nicht absolut, sondern nur mehr oder weniger eng ist, wird durch die Annahme erklärt, daß vor der Reduktionsteilung zu den Keimzellen ein Chromomeren austausch zwischen den zusammengehörigen Partnern eines elterlichen Chromo-

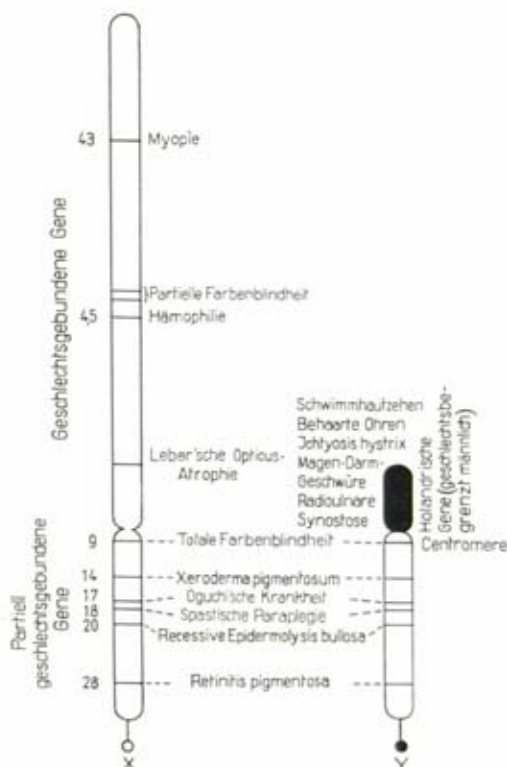


Abb. 18. Genkarte für das Geschlechtschromosomen-(XY)Paar beim Menschen, aus den beobachteten Genkoppelungen ermittelt (n. GATES).



	Monohybr. Kreuzung	Dihybride Kreuzung	Trihybride Kreuzung	n-hybride Kreuzung
Zahl der verschiedenen von F <sub>1</sub> gebildeten Gameten	$2=2^1$	$4=2^2$	$8=2^3$	$2^n$
Zahl der möglichen Gameten-Kombinationen	$4=2^{2 \times 1}=4^1$	$16=2^{2 \times 2}=4^2$	$64=2^{2 \times 3}=4^3$	$2^{2 \times n}=4^n$
Zahl der homozygotischen Kombinationen in F <sub>2</sub>	$2=2^1$	$4=2^2$	$8=2^3$	$2^n$
Zahl der in F <sub>2</sub> auftretenden Phänotypen	$2=2^1$	$4=2^2$	$8=2^3$	$2^n$
Verteilungszahl der Phänotypen in F <sub>2</sub>	$\frac{3}{4} + \frac{1}{4}$	$\frac{3}{16} + \frac{3}{16} + \frac{3}{16} + \frac{1}{16} = \left(\frac{3}{4} + \frac{1}{4}\right)^2$	$\frac{27}{64} + \frac{9}{64} + \frac{9}{64} + \frac{9}{64} + \frac{3}{64} = \frac{3}{64} + \frac{3}{64} + \frac{1}{64} = \left(\frac{3}{4} + \frac{1}{4}\right)^3$	$\left(\frac{3}{4} + \frac{1}{4}\right)^n$

somenpaares stattfinden kann. Bei einem solchen Chromosomenaustausch bleiben die einzelnen Gene um so enger aneinandergekoppelt, je näher sie im Chromosom beieinander liegen. Mikroskopisch ist dieser Chromosomenaustausch in Form des „Crossing over“, d. h. einer einfachen oder mehrfachen Überkreuzung zwischen den Partnern eines Chromosomenpaares beobachtet worden (Abb. 19). Beweisbeispiel für menschliche Verhältnisse wäre das Crossing-over-Schema für die Rhesus-Untergruppen von RACE (1946).

Auf die Annahme einer gegenseitigen Unabhängigkeit der Gene voneinander beruhen die Berechnungen, die sich mit den Ergebnissen von Kreuzungen befassen, bei denen zwei, drei oder mehr Gene im Spiel sind. Diese Kreuzungen werden als „dihybrid“, „trihybrid“ usw. bezeichnet; es ergeben sich für sie die anliegenden Zahlen (Tabelle oben).

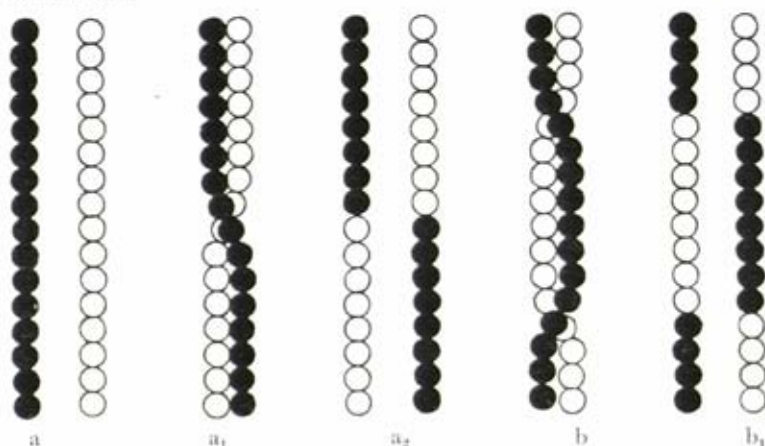


Abb. 19. Schematische Darstellung des Chromosomenaustausches zwischen zwei homogenen Chromosomen. a, a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub> Entstehung gemischter Chromosomen (a<sub>2</sub>) durch eine einmalige Zerreißung der Chromosomenkette (single crossing over der amerikanischen Autoren). b, b<sub>1</sub> Entstehung gemischter Chromosomen durch einen doppelten Austausch (double crossing over der amerikanischen Autoren) (nach BAUR).

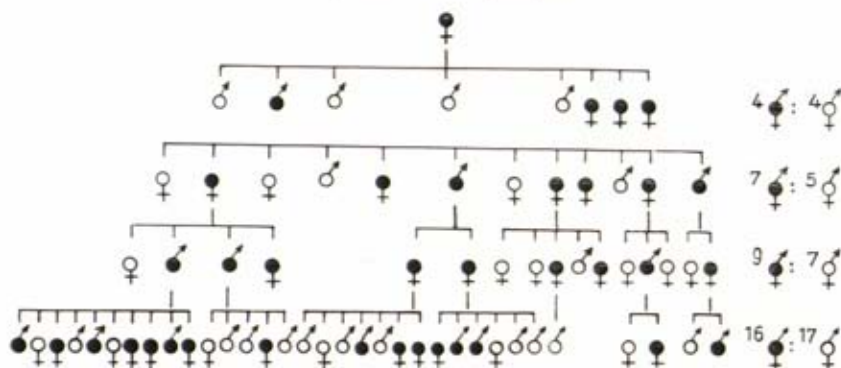


Abb. 20. Brachydaktylie mit dominantem Erbgang, nach FARABEE.



Kurzfingerigkeit  
(nach DRINKWATER).

erfolgenden Mutationen als eine stetig fortschreitende Wandlung aufzufassen und nicht in starren Bildern zu verstehen.

Für die Beziehungen zwischen Erbanlagen und Merkmalen ergibt die Analyse der Erbänderungen und des Erbtransportes noch einige komplizierte Vorstellungen, die über die gegebene Schilderung der Beziehungen zwischen Genotypus, Phänotypus und Kryptotypus hinausgehen. Es ist keineswegs so, daß jedem Gen immer nur ein Merkmal, jedem Merkmal immer nur ein Gen entspricht. Vor allem für die normalen Merkmale liegen die Verhältnisse komplizierter. Wo ein Merkmal tatsächlich auf einem einzigen Gen beruht, da wird von Monomerie gesprochen, bei zwei Genen von Dimerie, bei vielen Genen von Polymerie. Etwa die Farbmerkmale, die Körpergröße usw. des Menschen sind polymere Merkmale. Umgekehrt wird für Gene, die nur ein Merkmal bestimmen, von Monophänie gesprochen (Abb. 21), bei der Bestimmung mehrerer Merkmale durch ein Gen von Polyphänie. Derartige polyphäne Faktoren sind vor allem die Inkretdrüsen, doch ist auch für eine Reihe anderer Erbfaktoren Polyphänie erwiesen. Letzten Endes spielen in der Ganzheit des Organismus alle Gene mit allen andern irgendwie zusammen. Auch für die Erbfaktoren

Für die Gültigkeit der MENDELSchen Regeln beim Menschen gibt es zahlreiche Beispiele. Nach der Uniformitäts- und Spaltungsregel vererben sich vor allem zahlreiche krankhafte Merkmale, so auch die Brachydaktylie, für die als erstes menschliches Merkmal eine Vererbung exakt nachgewiesen wurde (FARABEE) (Abb. 20). Für die normalen Eigentümlichkeiten des Menschen hat sich eine Vererbung in der Regel nach der dritten MENDELSchen Regel mit all ihren Ausnahmen herausgestellt. Gerade die dritte MENDELSche Regel hat auch für die Rassenforschung beim Menschen besondere Bedeutung gewonnen, indem alle einschlägigen Untersuchungen gezeigt haben, daß sich die Gesamtheit der kennzeichnenden Merkmale einer Rasse nicht als ein einheitlicher Komplex vererbt, sondern auseinandermendet zu zahlreichen kleineren Einzelkomplexen, die sich bei weiteren Kreuzungen nach den Gesetzen des Zufalls miteinander kombinieren. So werden die Rassen bei jeder auch nur geringfügigen Beimischung unwiderrbringlich zerschlagen, und aus dem Gemisch können sich nur neue Rassen bilden, niemals aber wieder die alten finden. Das Rassengeschehen ist dementsprechend wie auch im Zusammenhang mit den allzeit



selbst ergeben sich bestimmte Komplikationen, die sich dann auf die phänotypischen Eigenschaften auswirken. So kann nicht nur ein Dominanz-Rezessivverhältnis, sondern auch multiple Allelie bestehen. Darüber hinaus werden neben den qualitativen Unterschieden der Gene auch einfach quantitative Unterschiede angenommen, die sich entsprechend durch stärkere oder schwächere Ausbildung desselben phänotypischen Merkmals äußern. Damit hängen weitere Unterschiede in der Penetranz (Durchdringungskraft) oder Expressivität (Ausdrucksstärke) eines Gens zusammen. Doch können solche Unterschiede auch noch durch einen Einfluß anderer Gene oder weiterer Umweltfaktoren auf den Entwicklungsgang eines Gens zustandekommen. Schließlich kann dadurch eine Komplikation in den Beziehungen zwischen Erbanlagen und Merkmalen eintreten, daß im Verlauf der Entwicklung nur für bestimmte Körperbezirke eine Mutation auftritt. Solche Mutationen werden als „vegetative Mutationen“ bezeichnet. Es gibt eine Theorie, welche den Krebs als eine solche vegetative Mutation deutet.

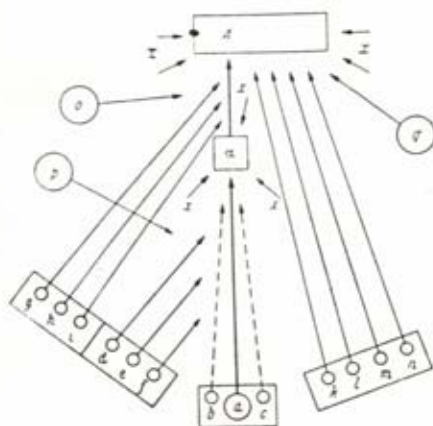


Abb. 21. Formales Schema der Genmanifestierung (nach TIMOFÉEFF-RESSOVSKY).

Eine große Rolle spielt auch der Begriff der Variabilität in der Erblchkeitslehre und für die Anthropologie. Man unterscheidet in dieser Beziehung Intervariabilität von einer Convariabilität. Unter Intervariabilität wird die Verschiedenheit der Individuen innerhalb einer Gruppe verstanden, unter Convariabilität (Intravariabilität) die Verschiedenheiten eines einzigen Individuums im Ablauf seines individuellen Lebens. Auf die Erbvorgänge bezogen kann die Intervariabilität sowohl Ausdruck sein für eine größere Anzahl verschiedenartiger Gene, die dasselbe Merkmal bestimmen, als auch für die Einwirkung unterschiedlicher Umwelteinflüsse auf plastische Entwicklungsabläufe von den Genen her. Dasselbe gilt für die Convariabilität im Rahmen eines individuellen Lebensablaufes; sie kann erbbedingt, aber auch umweltbeeinflusst sein. Eine besondere Rolle hinsichtlich der Variabilität wird der Domestikation zugesprochen, speziell auch für den Menschen (RANKE, HAHN, E. FISCHER). Die Domestikation bringt eine besondere Variabilität der domestizierten Lebewesen mit sich; nach Beobachtungen an Füchsen, Nerzen, Sumpfbibern, Wellensittichen und Goldhamstern treten Domestikationserscheinungen mutativ etwa 25–30 Generationen nach der ersten Domestikation auf (KOCH). Des weiteren begünstigt der Domestikationszustand auch die Erhaltung aufgetretener Mutationen und die Herauszüchtung bestimmter Erbmerkmale, wenn sie der Umwelt nicht angepaßt sind. Dabei erweisen sich die Domestikationserscheinungen als Eigentümlichkeiten, die offenbar in keinem Zusammenhang mit den artunterscheidenden Erbmerkmalen der wild lebenden Tiere stehen. Es muß ein besonderer Einfluß der Domestikation noch unbekannten Charakters auf die Auslösung von Mutationen angenommen werden. Auch der Mensch befindet sich in einem derartigen Domestikationszustand wie die Haustiere; der Zustand wird für den Menschen als Selbstdomestikation bezeichnet. Das Auftreten prinzipiell ähnlicher Domestikationsmerkmale beim Menschen und bei Haustieren (Fettsteiß usw.) läßt dabei entweder eine Präformation der Gene in sehr weiten Kreisen oder



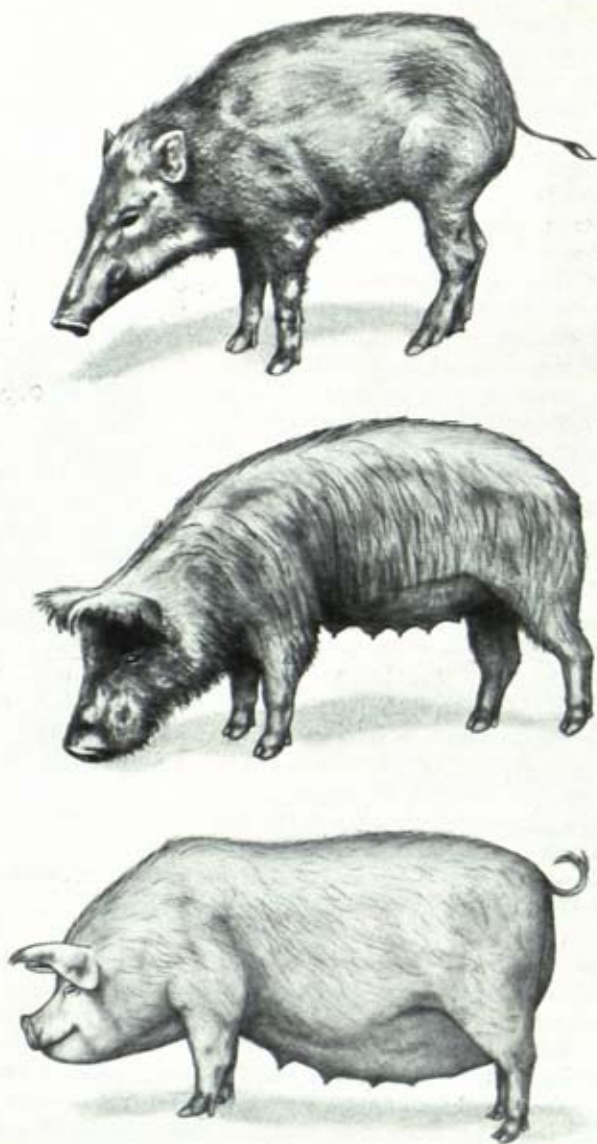


Abb. 22. Die Stufen zwischen Wild- und Kulturform.

1. Wildschwein als Stammform. 2. Russisches Landschwein als Domestikationsform, unveredelte Landrasse. 3. Deutsche Edelsau als Zuchtergebnis mit mehrfacher Höchstleistung (Fleisch und Speck) (nach von EICKSTEDT).

aber die ganz ähnliche Einwirkung der gleichen Umwelt auf verschiedene Erbtypen annehmen (Abb. 22, vgl. auch Abb. 12 und Abb. 82/83).

Für die Schädelbildung ist wichtig, daß Domestikation in der Regel zu einem kürzeren und höheren Schädel, in der Gesamtform zu einer Verrundung führt, wobei die Zähne jedoch relativ beständig bleiben. Daher zeigen Schädel und Zähne einen Unterschied in der Domestikationsentwicklung. Die Schädel der domestizierten Schweine sind ca. 40 % kürzer als die Schädel der Wildschweine, während der Zahnbogen nur 15 % kürzer ist (HERRE). Auch beim Menschen scheinen die Vorgänge ähnlich abzu-  
laufen wie beim Schwein.

Die Gesamterkenntnisse der Erblchkeitslehre können dahin zusammengefaßt werden, daß der Organismus im Endeffekt auf allen Entwicklungsstufen und in all seinen Phasen ein Ganzes ist, nicht nur dem Gefüge nach, sondern auch in seinem Wesen der Autonomie, der Aktivität, der Planmäßigkeit und der Zielstrebigkeit dieses Ganzen. Die Entwicklung ist nicht eine Leistung unabhängiger Anlagen oder Entwicklungsmechanismen, wenn auch der Ertransport an solchen Einzelheiten geklärt ist, sondern vom Ganzen beherrscht, wobei in diese Ganzheit auch die Umwelt mit all ihren Einflüssen einbezogen wird. Die Ganzheit zerfällt in Felder, die zunächst nicht scharf gegeneinander begrenzt sind, dann auch in bestimmte Organisatoren. Alle Erbanlagen besitzen gegenüber der Umwelt ein Wahlvermögen und unterliegen damit der Auslese, sie besitzen aber auch eine Anpassungsfähigkeit in bestimmten Grenzen, mit der sie sich verschiedenen Umwelten einfügen vermögen; die Verschiedenheiten unter den Individuen werden letzten Endes auf dieser Basis durch beides, sowohl durch die Ungleichheit von Erbanlagen als auch durch die Ungleichheit der Umwelten bedingt.

## Literatur

- ALLISON, A. C., 1954: Notes on sickle-cell polymorphism. *Amer. Hum. Genetics* **19**, 39.  
 BALTZER, F., 1933: Über die Entwicklung von Tritonbastarden ohne Eikern. *Zool. Anz. Suppl.* **6**, 119.  
 BARTHELMESS, A., 1952: Vererbungswissenschaft. Alber, Freiburg-München.  
 BATESON, W., 1907: Facts limiting the theory of heredity. *Science*, N. S. **26**.  
 BAUER, K. H., 1939: Die Chromosomenmutationen. *Zschr. ind. Abst. Vererb.lehre* **76**, 309.  
 BAUER, K. H. u. BODE, W., 1940: Erbpäthologie der Stützgewebe beim Menschen. In: JUST, G.: *Hdb. d. Erbbiol.* **3**. Springer, Berlin.  
 BAUER, H. u. TIMOFFEEFF-RESSOVSKY, N. W., 1943: Genetik und Evolutionsforschung bei Tieren. In: HEBERER, G.: *Die Evolution der Organismen*. Fischer, Jena.  
 BAUR, E. u. HARTMANN, M., 1927 f.: *Handbuch der Vererbungswissenschaft*. Borntraeger, Berlin.  
 BAUR, E., FISCHER, E. u. LENZ, F., 1936: *Menschliche Erblehre*. 4. Aufl. Lehmann, München.  
 DE BEER, G. R., 1930: *Embryology and Evolution*. Clarendon Press, Oxford.  
 BELAŠ, K., 1928: Die zytologischen Grundlagen der Vererbung. In: BAUR, E. u. HARTMANN, M.: *Hdb. d. Vererbungswissenschaft* **1**. Borntraeger, Berlin.  
 BERNSTEIN, F., 1925: Beiträge zur mendelistischen Anthropologie. *Sitz.Ber. Pr. Akad. Wiss. phys.-math. Kl.* **5**, 61.  
 — 1931: Zur Grundlegung der Chromosomentheorie der Vererbung beim Menschen mit besonderer Berücksichtigung der Blutgruppen. *Zschr. Abst. Vererb.* **57**, 113; 1933: **63**, 181.  
 V. BERTALANFFY, L., 1949: *Vom Molekül zur Organismenwelt*. Athenaeon, Potsdam.  
 — 1949: *Das biologische Weltbild*. Francke, Bern.  
 — 1951: *Theoretische Biologie*. 2 Bde. Francke, Bern.  
 BEYERLINCK, M. W., 1917: The enzyme theory of heredity. *K. Akad. v. Wetensch. Amsterdam* **19**.  
 BLECHSCHMIDT, E., 1948: *Funktionsentwicklung. I. Mechanische Genwirkungen*. Muster-schmidt, Göttingen.

- BÖKER, H., 1931: Anatomisch-biologische Beobachtungen zur Umwandlung der Arten. *Naturw.* **19**, 121.
- 1932: Artenumwandlung und Umweltänderung bei brasilianischen Säugetieren. *Naturw.* **20**, 201.
- 1935: Einführung in die vergleichende biologische Anatomie der Wirbeltiere. Fischer, Jena.
- V. BUDDENBROCK, W., 1939/40: Über die Beziehungen zwischen vergleichender Anatomie und Genetik. *Acta Leop. N. F.* **9**, 657.
- BUTENANDT, A., 1949: Biochemische Untersuchungen zur Wirkungsweise der Erbfaktoren. *Anz. Chem.* **6**, 262.
- 1951: Über die Wirkungsweise der Erbfaktoren. *Jb. Max-Planck-Ges.* **1951**, 160.
- BUTENANDT, A., WEIDEL, W. u. BECKER, E., 1940: Kynurenin als Augenpigmentbildung auslösendes Agens bei Insekten. *Naturw.* **28**, 63.
- CLAUSSEN, F., 1939: Phänogenetik vom Menschen. *Zschr. ind. Abst. u. Vererb.lehre* **76**, 14.
- COHEN-KYSPEL, A., 1933: Die Bedeutung des Gens für Determination und Entwicklung. *Naturw.* **21**, 229.
- CORRENS, C., 1904: Experimentelle Untersuchungen über die Entstehung der Arten auf botanischem Gebiet. *Arch. Rass. Ges.biol.* **1**.
- DAHLBERG, G., 1947: Vererbung und Rasse. Phönix, Hamburg.
- DANFORTH, C. H., 1921: The frequency of mutation and the incidence of hereditary traits in man. 2. Intern. Congr. Eugen. Genet. and the Fam. **1**, 120.
- DARLINGTON, C. D., 1950: Physical and chemical breakage of chromosomes. *Publ. Staz. Zool. Napoli* **22**, 22.
- DARLINGTON, C. D. and MATHAI, C. D., 1949: The elements of genetics. Macmillan, New York.
- DARWIN, CH., 1842/44: Two essays written in 1842 and 1844. Hrsg. 1909 von DARWIN, F.: Foundations of the origin of species. Deutsch: Leipzig 1910.
- DEMEREK, M., 1941: Cytology, Genetics and Evolution. Univ. Pennsylv. Press, Philadelphia.
- 1948: Mutations induced by carcinogens. *Brit. J. Cancer* **2**, 114.
- 1951: Advances in genetics. Academic Press, New York.
- DOBZHANSKY, F., 1937: Genetics and the origin of species. Columbia Univ. Press, New York. Deutsch von LERCHE, W., 1939: Die genetischen Grundlagen der Artbildung. Fischer, Jena.
- DÜRKEN, B., 1923: Allgemeine Abstammungslehre. Borntraeger, Berlin.
- 1928: Grundriß der Entwicklungsmechanik. Borntraeger, Berlin.
- 1949: Die Hauptprobleme der Biologie. Ehrenwirth, München.
- DUNN, L. C., 1951: Genetics in the 20<sup>th</sup> century. Macmillan, New York.
- EIMER, TH., 1888: Entstehung der Arten. Jena.
- EUGSTER, J., 1934—1936: Zur Erblichkeitsfrage der endemischen Struma. 3. Teil, Untersuchungsergebnisse an Zwillingspaaren. Orell Füssli, Zürich.
- FARABEE, W. C., 1905: Inheritance of digital malformations in man. *Pap. Peabody Mus. Univ. Harvard* **3**.
- FEDERLEY, H., 1930: Weshalb lehnt die Genetik die Annahme einer Vererbung erworbener Eigenschaften ab? *Ber. 7. Jv. Dtsch. Ges. Vererb.wiss.* Borntraeger, Berlin.
- FISCHER, E., 1912: Die Rehobother Bastards. Fischer, Jena.
- 1930: Versuch einer Genanalyse des Menschen. *Zschr. indukt. Abst. Vererb.lehre* **54**, 127.
- 1931: Die Vererbung von Wirbelsäulenvarietäten beim Menschen. *Verh. Ges. Phys. Anthropol.* **5**, 5.
- 1934: Die heutige Erblehre in ihrer Anwendung auf den Menschen. *Verh. Dtsch. Ges. inn. Med.* **46**, 9.
- 1936: Die gesunden körperlichen Erbanlagen des Menschen. In: BAUR, E., FISCHER, E. u. LENZ, F., Menschliche Erblehre. Lehmann, München.
- FISHER, R. A., 1930: The distribution of gene ratios for rare mutations. *Proc. roy. Soc. Edinburgh* **50**, 204.
- FITTING, H., 1949: Grundzüge der Vererbungslehre. Piscator, Stuttgart.
- FRITZ-NIGGLI, H., 1948: Vererbung bei Mensch und Tier. Gutenberg, Zürich.
- GATES, R. B., 1949: Human genetics. 2 Bde. Macmillan, New York.
- 1953: Studies of interracial crossing. 2. A new theory of skin color in inheritance. *Int. Anthropol. ling. Rev.* **1**, 15.
- GEDDA, L., 1951: Studio dei gemelli. Ed. Orizzonte medico, Rom.
- GESENIUS, H., 1951: Genwirkung und Umwelteinflüsse. *Anat. Anz.* **98**, 272.
- GLASS, B., 1943: Genes and the man. Columbia Univ., New York.



- GOLDSCHMIDT, R., 1927: Physiologische Theorie der Vererbung. Springer, Berlin.
- 1928: Einführung in die Vererbungswissenschaft. Springer, Berlin.
  - 1931: Die sexuellen Zwischenstufen. Springer, Berlin.
  - 1952: Die Lehre von der Vererbung. Springer, Berlin.
  - 1952: Understanding heredity. Wiley, New York.
  - 1953: Materials for the study of dominant personality traits. *Folia Hered. Path.* 2, 267.
- GÜNTART, A.: 1946: Einführung in die Vererbungslehre. Francke, Bern.
- HEBERER, G., 1933: Fünfzig Jahre Chromosomentheorie der Vererbung. Barth, Leipzig.
- HEITZ, E., 1935: Chromosomenstruktur und Gene. *Ber. d. Dtsch. Ges. Vererb.wiss.* 11, 58.
- HERRE, W., 1949: Neue Ergebnisse zoologischer Domestikationsforschung. *Verh. Dtsch. Zool. Mainz.* 40.
- HERTWIG, G., 1951: Beeinflussung der Keimzellen des Frosches durch Zellkern- und Mitosegifte. *Anat. Anz. Esg.* 98, 53.
- HUSS, W., 1948: Zellkern und Vererbung. Schwab, Stuttgart.
- ILTIS, H., 1924: Gregor Johann Mendel, Leben, Werk und Wirkung. Springer, Berlin.
- JOLLOS, V., 1939: Grundbegriffe der Vererbungslehre. In: BAUR, E. u. HARTMANN, M., Hdb. d. Vererbungswissenschaft 1. Borntraeger, Berlin.
- IRAËLS, M. C. G., LEMPERT, H., and GILBERTSON, E., 1951: Haemophilia in the female. *Lancet* 1951, 1375.
- JUST, G., 1935: Praktische Übungen zur Vererbungslehre. Springer, Berlin.
- 1935: Multiple Allelie und menschliche Erblehre. *Erg. d. Biol.* 12, 221.
  - 1940 (In Gemeinschaftsarbeit BAUER, K. H., HANHART, E., LANGE, J.): Handbuch der Erbbiologie des Menschen. Springer, Berlin.
- KEITER, F., 1953: Die Problemlage in der menschlichen Erblehre. *Math.-Naturwiss. Unterr.* 5, 193; 6, 204 ff.
- KEMP, T., 1938: Heredity and the endocrine function. *Acta Path. Scand. Suppl.* 37, 290.
- 1944: Mutation als Krankheitsursache. *Acta path. Scand. Suppl.* 54, 195.
- KLATT, B., 1927: Entstehung der Haustiere. In: BAUR, E. u. HARTMANN, M.: Hdb. d. Vererbungswissenschaft 3.
- KNAPP, E., 1938: Über genetisch bedeutsame Zellbestandteile außerhalb der Chromosomen. *Biol. Zbl.* 88.
- 1940: Erbliche und nichterbliche Eigenschaften. *Erbarzt* 8, 39.
- KOCH, W., 1950: Kurzköpfigkeit als Domestikationsmerkmal beim Fuchs. *Berl. u. Münch. Tierärztl. Wschr.* 15, 92.
- 1951: Scheckung als erstes Domestikationsmerkmal beim Hamster. *Berl. u. Münch. Tierärztl. Wschr.* 6, 114.
- KOLTZOFF, N. K., 1933: Das Problem der progressiven Evolution. *Biol. Journ.* 2, 475.
- KÜHN, A., 1934: Über den biologischen Wert der Mutationsrassen. *Forsch. Fortsch.* 10, 359.
- 1934: Genwirkung und Artveränderung. *Biologe* 3, 217.
  - 1935: Physiologie der Vererbung und Artumwandlung. *Naturw.* 23, 1.
  - 1941: Über eine Gen-Wirkkette der Pigmentbildung bei Insekten. *Nachr. d. Akad. d. Wiss. math.-phys. Kl. Göttingen*, 231.
  - 1950: Grundriß der Vererbungslehre. 2. Aufl. Quelle-Meyer, Heidelberg.
  - 1955: Entwicklungsphysiologie. Springer, Berlin.
- DE LAMARCK, J., 1809: Philosophie zoologique. Paris.
- LEHMANN, E., 1943: Der Erbversuch. Wiss. Verlagsges., Stuttgart.
- LENZ, F., 1948: Über die Relativität des Begriffs „erblich“ in der menschlichen Erbforschung. *Grenzgeb. d. Med.* 4, 135.
- LUDWIG, W., 1938: Faktorenkoppelung und Faktorenaustausch bei normalen und aberrantem Chromosomenbestand. Thieme, Leipzig.
- 1942: Über die Rolle des Mutationsdrucks bei der Evolution. *Biol. Zbl.* 62, 374.
  - 1948: Darwins Zuchtwahllehre in moderner Fassung. Kramer, Frankfurt a. M.
  - 1954: Die Selektionstheorie. In HEBERER, G.: Die Evolution der Organismen 3. Fischer, Stuttgart.
- LYSENKO, T. D., 1948: Agrobiologie (Arbeiten zur Frage der Genetik, Selektion und Samenzucht). 4. Aufl. Obis, Moskau.
- MAINX, F., 1948: Einführung in die Vererbungslehre. Springer, Berlin.
- MANGOLD, O., 1928: Probleme der Entwicklungsmechanik. *Naturw.* 16, 661.
- MATTHELEY, R., 1949: Les chromosomes de vertébrés. Rouge, Lausanne.
- MENDEL, G. J., 1866: Versuche über Pflanzenhybriden. *Verh. Naturf. V., Brünn*. In: Oswald's Klassiker der exakten Wissenschaften 121, 1923. Engelmann, Leipzig.
- MICHAELIS, P., 1949: Prinzipielles und Problematisches zur Plasmavererbung. *Biol. Zbl.* 68, 173.

- MITSCHURIN, I. V., 1948: Ausgewählte Werke. Obis, Moskau.
- MOLLISON, TH., 1934: Arterweiß und Erbsubstanz. Zschr. Morph. Anthropol. **34**, 261.
- MORGAN, TH., 1919: The physical basis of heredity. Philadelphia and London. Deutsche Ausgabe v. NACHTSHEIM, H., Die stofflichen Grundlagen der Vererbung. 1921. Borntraeger, Berlin.
- 1925: Evolution and genetics. Univ. Press. Princeton.
- 1926: The theory of the Gene. Yall. Univ. Press. New Haven.
- 1932: The rise of genetics. Science **76**, 261, 285.
- MORTON, A. G., 1951: Soviet Genetics. Lawrence & Wishart, London.
- MUCKERMANN, H., 1947: Vererbung und Entwicklung. Dümmler, Bonn.
- MÜHLMANN, W. E., 1952: Das Problem der Umwelt beim Menschen. Zschr. Morph. Anthropol. **44**, 153.
- MÜNTZING, A., 1953: Ärftlighets forsknig. „L. T.“, Stockholm.
- MULLER, H. J., 1916: The mechanism of crossing over. Amer. Nat. **50**.
- 1920: Are the factors of heredity arranged in a line? Amer. Nat. **54**, 97.
- 1929: The method of evolution. Science Monthly **29**, 481.
- 1935: Human genetics in Russia. J. Hered. **26**, 193.
- 1939: Reversibility in evolution. Biol. Rev. **14**, 261.
- 1950: Our load of mutation. Amer. J. Hum. Gen. **2**, 111.
- MULLER, H. J., LITTLE, C. C. and SNYDER, L. H., 1947: Genetics, medicine and man. Cornell Univ. Press, New York.
- NACHTSHEIM, H., 1949: Vom Wildtier zum Haustier. Parey, Berlin-Hamburg.
- 1954: Die Mutationsrate menschlicher Gene. Naturw. **41**, 385.
- 1955: Häufigkeit und Verbreitung krankhafter Gene in menschlichen Populationen. Münch. med. Wschr. **97**, 157.
- NEEL, J. V., 1947: Der klinische Nachweis von Gen-Trägern von Erbkrankheiten. Medicine **26**, 115.
- NEEL, J. V. and FALLS, H. F., 1951: The rate of mutation of the gene responsible for retinoblastoma in man. Science **114**, 419.
- NEWMAN, H. H., 1925: Evolution, Genetics and Eugenics. Univ. Press. Chicago.
- OEHLKERS, F., 1949: Mutationsauslösung durch Chemikalien. Springer, Heidelberg.
- PÄTAU, K. u. NACHTSHEIM, H., 1946: Mutations- und Selektionsdruck beim Pelger-Gen des Menschen. Zschr. Naturforsch. **1**, 345.
- PLATE, L., 1932 ff.: Vererbungslehre. Fischer, Jena.
- RANKE, J., 1923: Der Mensch, 2 Bde. 3. Aufl. Bibl. Inst., Leipzig.
- RENSCH, B., 1954: Neuere Probleme der Abstammungslehre. 2. Aufl. Enke, Stuttgart.
- ROLSHOVEN, E., 1951: Eine Kritik der Zellteilungslehre als Schlüssel zum Krebsproblem. Med. Welt **20**: 1576.
- ROUX, W., 1883: Über die Bedeutung der Kernteilungsfiguren. Engelmann, Leipzig.
- 1911: Über die bei der Vererbung blastogener und somatogener Eigenschaften anzunehmenden Vorgänge. Verh. Naturf. V. Brünn **49**, 271.
- ROUX, W., CORRENS, C., FISCHEL, A. u. KÜSTER, E., 1912: Terminologie der Entwicklungsmechanik der Tiere und Pflanzen. Engelmann, Leipzig.
- RÜDIN, E., 1916: Studien über Entstehung und Vererbung geistiger Krankheiten. Monogr. Neur. **12**.
- RÜDIN, E. u. GRUBER, H. v., 1911: Fortpflanzung, Vererbung, Rassenhygiene. Lehmann, München.
- SALLER, K., 1931: Genotypus und Phänotypus, Konstitution und Rasse in ihrer Definition und ihren gegenseitigen Beziehungen. Anat. Anz. **71**, 367.
- 1932: Einführung in die menschliche Erblchkeitslehre und Eugenik. Springer, Berlin.
- 1951: Über die Alterationen im menschlichen Lebenslauf. Zschr. Altersforsch. **5**, 345.
- SCHINDEWOLF, O. H., 1940: Zur Theorie der Artbildung. Sitz.Ber. Ges. Naturforsch. **268**. Berlin.
- SHULL, A. F., 1938: Heredity. 3. Aufl. McGraw-Hill-Book, New York.
- SIEMENS, H. W., 1952: Grundzüge der Vererbungslehre, Rassenhygiene und Bevölkerungs-politik. 13. Aufl. Lehmann, München.
- SIGERIST, H. E., 1952: Krankheit und Zivilisation. Metzner, Frankfurt a. M.
- SNYDER, L. H., 1946: The principles of heredity. Heath, Boston.
- 1955: Grundlagen der Vererbung. Deutsch von LEHMANN, W. Metzner, Frankfurt/Main-Berlin.
- SPUHLER, J. N., 1948: The estimate of the number of genes in man. Amer. J. Physic. Anthropol. **6**, 248.



- STERN, C., 1928: Fortschritte der Chromosomentheorie der Vererbung. *Erg. d. Biologie* **4**, 205.
- 1930: Der Kern als Vererbungsträger. *Naturw.* **18**, 1117.
- 1930: Multiple Allelie. In: BAUR, E. u. HARTMANN, M., Hdb. d. Vererbungswissenschaft **1**. Borntraeger, Berlin.
- 1950: Principles of human genetics. Freeman, S. Francisco.
- STUBBE, A. E., 1950: Das Rätsel der Vererbung. Winter, Heidelberg.
- STURTEVANT, A. H. and BEADLE, G. W., 1939: An introduction to genetics. Saunders, Philadelphia-London.
- TIMOFÉEFF-RESSOVSKY, N. W., 1937: Experimentelle Mutationsforschung in der Vererbungslehre. Steinkopff, Dresden.
- 1939: Genetik und Evolution. *Zschr. indukt. Abst. Vererb.lehre* **76**, 158.
- 1940: Eine biophysikalische Analyse des Mutationsvorganges. *Nova Acta Leop.* **9**, 209.
- TIMOFÉEFF-RESSOVSKY, N. W., ZIMMER, K. G., u. DELERÜCK, M., 1935: Über die Natur der Genmutation und der Genstruktur. *Nachr. Wiss. Ges. Göttingen, math.-phys. Kl.* **N. F. 1**, 189.
- TURPIN, R., 1951: L'hérédité des prédispositions morbides. Callimard, Paris.
- UHLMANN, E., 1923: Entwicklungsgedanke und Artbegriff in ihrer geschichtlichen Entstehung und sachlichen Beziehung. *Jenaische Zschr. Naturwiss.* **59**, 1.
- UMEGERER, E., 1936: Hypothese der Keimgangmutation. *Acta biotheoretica* **2**. Leyden.
- V. VERSCHUER, O., 1941: Leitfaden der Rassenhygiene. Thieme, Leipzig.
- VOGEL, F., 1954: Über Genetik und Mutationsrate des Retinoblastoms (Glioma retinae). *Zschr. menschl. Vererb. Konstit.lehre* **32**, 308.
- WALTER, H. E., 1938: Genetics. Macmillan, New York.
- WEISMANN, A., 1892: Das Keimplasma, eine Theorie der Vererbung. Fischer, Jena.
- 1903: Über die Vererbung. Fischer, Jena.
- WESTERGAARD, A., 1953: Arvelighetslaere. Munksgaard, Kopenhagen.
- V. WETTSTEIN, FR., 1926: Über plasmatische Vererbung, sowie Plasma und Genwirkung. *Nachr. Ges. Wiss. Göttingen, Math.-phys. Kl.* **250**.
- 1927: Wie entstehen neue vererbare Eigenschaften? *Züchtungskd.* **2**, 241.
- 1937: Die genetische und entwicklungsphysiologische Bedeutung des Cytoplasmas. *Zschr. Indukt. Abst. Vererb.lehre* **73**, 349.
- WINKLER, H., 1932: Konstitutionstheorie und Austauschtheorie. *Biol. Zbl.* **52**, 163.
- WHITE, M. J. D., 1945: Animal cytology and evolution. Univ. Press, Cambridge.
- 1952: The chromosomes. Methuen, London.
- WOLTERECK, H., 1952: Dein Leben endet nicht. Metzner, Frankfurt/Main-Berlin.
- ZEISS, H. u. PINTSCHOVIVUS, K., 1944: Zivilisationsschäden am Menschen. Lehmann, München-Berlin.
- ZIMMERMANN, W., 1938: Vererbung erworbener Eigenschaften und Auslese. Fischer, Jena.

## 2. Grundbegriffe der Systematik

Die Erkenntnisse der Erblchkeitslehre und der Erbanalysen, die auf ihrer Grundlage auch für den Menschen durchgeführt worden sind, vermitteln ein tieferes Verständnis für die Begriffe Art, Varietät, Rasse, Typus usw., wie sie in der Systematik der Anthropologie angewandt werden. All diese Begriffe können heute mit Hilfe der erbtheoretischen Vorstellungen sehr exakt und ohne Rücksicht auf eine Konvention präzisiert werden, von der sie früher abhängig waren. Eine Unzahl spekulativer und autoritativer Erörterungen um diese Begriffe ist dadurch hinfällig geworden und die moderne Anthropologie kann auch in dieser Hinsicht nun auf feste Grundlagen aufbauen.

Wenn die Anthropologie die Naturgeschichte der Hominiden ist und die Aufgabe hat, die innerhalb der Hominiden vorkommenden Gruppen zu charakterisieren und in all ihren Zusammenhängen weiterzuverfolgen, dann muß sie zuerst Klarheit darüber gewinnen, wie solche Gruppen sich bilden. Für eine biologische Wissenschaft wie die Anthropologie ist selbstverständlich, daß die Prinzipien zu solchen Gruppenbildungen nur biologisch sein können. Aus solchen Prinzipien heraus sind dann die Begriffe von Stamm, Art, Varietät, Rasse und des Typus zu definieren. Höhere Gruppierungen im System wie etwa diejenige der Familie und dergleichen kommen für



den Menschen und seinen Vergleich mit den Hominiden offenbar nicht mehr in Frage. Der Familienbegriff umfaßt bereits die ganze Gruppe der Hominiden mit all ihren Arten und Rassen.

Für den Artbegriff kennt die Biologie zwei Definitionen, eine biologische und eine morphologische. Die biologische ist die zwingendere, die morphologische diejenige, die für die Hominiden meist gebraucht werden muß, zumal wenn es sich um ausgestorbene Formen handelt.



Abb. 23. Vergleich der Chromosomensätze verschiedener Säugetiere. 1 Mensch (Weißer), 2 Mensch (Neger), 3—4 Macacus (Tieraffe der Alten Welt), 5 Cebus (Kapuzineraffe — Südamerika), 6 eine Fledermaus, 7 Igel, 8—9 Armadillo, 10 Pferd, 11—12 Kaninchen, 13 Opossum (Beuteltier!). Nach PAINTER (1925).

Nach der biologischen Artdefinition (STRESEMANN) unterscheiden sich Arten dadurch voneinander, daß sie keine fruchtbaren Mischungen miteinander eingehen können, wobei für disjunkte Arten, das sind Arten mit einem räumlich getrennten Verbreitungsgebiet, die Möglichkeit zur Herstellung einer fruchtbaren Fortpflanzungsgemeinschaft entscheidet. Von der Erblichkeitslehre her wurde von einem „Zentralteil des Genotypus“ (JOHANNSEN) gesprochen, in dem sich die Arten unterscheiden. Da aber auch Arten immer nur gewisse Gemeinsamkeiten miteinander besitzen (im Genus, in der Familie usw.), kann es sich nicht um den ganzen Zentralteil handeln, sondern jeweils nur um einen größeren oder kleineren Teil desselben. Es wird vermutet, daß die Erbanlagen für diesen „Zentralteil“ nicht so sehr in den Einzelgenen als in der Struktur der ganzen Gamete bzw. Zygote, im Kern sowohl wie im Plasma liegen. Doch läßt sich diese Vermutung nicht experimentell nachprüfen, weil eben Arten keine fruchtbaren Mischlinge miteinander bilden, noch weniger die höheren Kategorien des Systems. Jedenfalls werden die verschiedenen Arten durch charakteristische Chromosomenzahlen gekennzeichnet, die jeweils für die betreffende Art konstant sind (Abb. 23).

Die morphologische Artdefinition geht von morphologischen Merkmalsunterschieden aus und unterscheidet je nach deren Größe Genus, Spezies oder Rasse. Es ist klar, daß solche morphologischen Definitionen bis

zu einem gewissen Grad auf Konvention unter den Beobachtern beruhen müssen und daher wissenschaftlich unsicher sind.

In der Anthropologie wird das Artproblem vor allem für Abstammungsfragen aktuell. Die Forschung hat in der mutmaßlichen Vorfahrenreihe des Menschen eine Reihe von Formgruppen gefunden, für welche die Frage diskutiert wird, ob sie den Weg selbständiger Artentwicklung aus dem Genus genommen haben oder ob sie weiter in den Weg des Menschen eingingen. In Namensgebungen wie *Paranthropus*, *Plesianthropus* usw., auch für den *Homo neandertalensis* s. *primigenius* neben dem *Homo sapiens* (*recens*) in der Vorgeschichte Europas kommt dies zum Ausdruck. Das Verbreitungsgebiet einer Art ist unter abstammungsgeschichtlichen Gesichtspunkten eben auch zeitlich disjunkt, nicht nur wie in der Gegenwart räumlich; dadurch wird eine Beurteilung besonders schwierig, ja vielleicht geradezu unmöglich. Würden hier mehrere Arten nebeneinander bestehen, so müßte man von einem Genus *Homo* als Oberbegriff für die verschiedenen Menschenspezies sprechen. Für die Gegenwart des Menschen liegen die Verhältnisse auf Grund der biologischen Artdefinition klar. Die heute lebenden Menschen gehören sämtlich einer einzigen Art an. Alle einschlägigen Bastarduntersuchungen (E. FISCHER, RODENWALDT, STEGGERDA u. a.) haben eine eindeutige Fruchtbarkeit der verschiedenen Rassenkreuzungen beim Menschen ergeben. Die heute feststellbaren morphologischen Gruppen beim Menschen haben demnach die Bedeutung von Lokalvarietäten oder Rassen.

Rassen sind Ausschnitte aus Arten. Sie können bei Weiterentwicklung in räumlich oder zeitlich disjunkter Verbreitung zu Arten werden. Auch bei den Rassen liegt das Problem zwischen biologischer und morphologischer Definition.

Die früher allgemein verbreitete morphologische Rassendefinition ging dahin, daß die einer Rasse angehörenden Individuen eine Summe von Merkmalen gemeinsam haben und sich durch eben diese bestimmte Merkmalskombination (Merkmalskomplex) von anderen Formgruppen unterscheiden lassen müßten. Die Unklarheiten für diese Definition liegen, genau wie für die morphologische Artdefinition, in der Frage, wie groß die „Summe“ von gemeinsamen oder verschiedenen Merkmalen für eine solche Rassendefinition, wie groß die eventuellen Verschiedenheiten und schließlich, wodurch die unterscheidenden Merkmalskombinationen „bestimmt“ sein müßten, um zu einer exakten Rassenbeschreibung zu kommen. Es ist nicht zu verkennen, daß in dieser Beziehung bisher allzuviel autoritäre Willkür einzelner Forscher in die bestehenden Rassenbeschreibungen hineingetragen wurde, als daß diese zur Grundlage einer wissenschaftlichen Rassenforschung gemacht werden könnten.

Deshalb hat sich auch auf dem Gebiet der Rassenforschung eine biologische Definition (SALLER) immer mehr durchgesetzt, welche Rassen als Fortpflanzungsgemeinschaften definiert, die in Isolation unterscheidende Merkmale oder Merkmalshäufungen gegenüber anderen Rassen entwickelt haben. Diese Isolation kann geographisch bedingt sein und ist es für die ersten menschlichen Rassenbildungen ausschließlich (geographische Rassen). Darüber hinaus kann es bei einer höheren Kulturentwicklung aber auch zu sozialen und anderen Isolationen kommen (soziale Rassen, DAHLBERG spricht von „Isolaten“). Der biologische Rassenbegriff kommt hier mit dem Begriff des Volkes bzw. der Nation in Berührung, ja er kann bei den Kulturvölkern mit fließenden Übergängen in ihn übergehen, ebenso wie der Artbegriff in den Rassenbegriff übergeht.

Für den biologischen Rassenbegriff ist es ebenso wie für den morphologischen eine Problematik, daß zwischen den verschiedenen Rassen immer wieder mehr oder



weniger deutliche Übergänge vorhanden sind, von denen wir nicht wissen, ob sie ursprünglich sind oder ob sie auf nicht mehr nachweisbaren Kreuzungen beruhen. Dieses Problem ist nicht zu lösen, weil alle einschlägigen Kreuzungsuntersuchungen beim Menschen gezeigt haben, daß die rassenkennzeichnenden Merkmalskombinationen nicht in einem einzigen Komplex vererbt werden. Zwar gibt es auch für manche Rassenmerkmale einzelne Merkmalskoppelungen im Erbgang, aber die wesentlichen Merkmale mendeln entsprechend der 3. MENDEL-Regel in freier Kombination der Gene. Der Merkmalskomplex einer Rasse wird dementsprechend bei jeder Rassenkreuzung zerschlagen in einer Weise, die es völlig unmöglich macht, aus der Mischung die Ursprungsrassen mit wissenschaftlicher Zuverlässigkeit wieder herauszufinden, es sei denn, daß man sie von vornherein kennt. Diese Verhältnisse haben dann auch dazu geführt, Rassen in der wissenschaftlichen Rassenkunde heute nicht mehr als starre Gebilde aufzufassen und als Formen, nach denen sich der Fluß des menschlichen Lebens festlegen ließe, sondern als ein dynamisches Geschehen, das ständig wechselt und im Lauf der Zeiten immer neue Rassen bildet.

Schließlich sind auch noch Züchtungsversuche der Genetiker für den anthropologischen Rassenbegriff von Interesse. Viele Zoologen treffen eine Unterscheidung zwischen Varietäten und Rassen. Sie bezeichnen als Varietäten die frei in der Natur vorkommenden unterschiedlichen Gruppen einer Art, als Rassen dagegen die im Zustand der Domestikation befindlichen Varietäten. Nachdem der Mensch in der Domestikation die Tiere in eine ganz bestimmte, auf der Kenntnis der Erbmerkmale und der Erbgänge beruhende Zucht nimmt, wird auch der Begriff Zuchtassen gebraucht. Sogar bis zum Begriff sog. Elementarrassen, auch Biotypen genannt, ist von der Erblchkeitslehre her der Rassenbegriff analysiert worden. Man versteht darunter kleinste, idiosyncratisch in sich einheitlich gedachte Gruppen von Lebewesen (Klone in der experimentellen Erblchkeitslehre). Diese Dinge sind für den Menschen insofern von Belang, als auch seine meisten heutigen Formen unter ähnlichen Bedingungen stehen und ähnliche Veränderungen zeigen, wie wir sie bei domestizierten Tieren finden. Von eigentlichen Zuchtassen läßt sich aber beim Menschen nicht sprechen, weil seine Domestikation noch nicht zu willkürlicher, auf ein ganz bestimmtes Zuchtziel gerichteter Isolation geführt hat, von einigen mit unseren Rassenkenntnissen nicht in Einklang stehenden und darum gescheiterten Versuchen abgesehen. Für den Einzelfall müssen all diese Komplikationen des Rassenbegriffs zu der Schlußfolgerung führen, daß eine Rassendiagnose oft äußerst schwierig sein kann und auch niemals ohne Kenntnis des gesamten Verwandtschaftskreises des betreffenden Individuums vorgenommen werden darf. Wenn man in der Anthropologie von relativ „reinen“ Typen oder Formen spricht, so darf dies nur in dem Sinn verstanden werden, daß man darunter „konstante“ Merkmalskomplexe begreift. Eine wirkliche Bluteinheit kann nur auf Grund vorhandener Genealogien mit Sicherheit nachgewiesen werden. Irgendwo aber „reine Rassen“ zu erwarten, würde die Homogenie ethnischer Gruppen voraussetzen.

Neben Genus, Arten, Varietäten und Rassen werden noch verschiedene andere Einteilungskategorien unterschieden. Ohne Zweifel lassen sich einzelne Formgruppen schärfer abgrenzen als andere, und man hat diese daher auch wohl als „Unterarten“ (Subspezies), „Hauptvarietäten“, „konstante Varietäten“, „Varietäten erster Ordnung“, „Stammrassen“, „archimorphe Rassen“ bezeichnet. Neuerdings nennt man diese besser charakterisierten Menschengruppen auch „Elementararten“, die dann alle zu einer sog. „Kollektivspezies“ *Homo sapiens* zusammengefaßt werden (GIUFFRIDA-RUGGERI, E. FISCHER u. a.). Eine weitere Entwicklung solcher Hauptvarietäten im Sinne einer sich anbahnenden Artausbildung ist im Menschengeschlecht wohl nicht mehr



anzunehmen, da die Kreuzungen (Mischungen) und die Vernichtung einzelner Individuenarmer Formengruppen in beständigem Fortschreiten begriffen sind. Neben diesen Hauptvarietäten oder als Unterabteilungen derselben finden sich aber auch Individuengruppen mit weniger deutlich unterscheidbaren oder weniger stark ausgeprägten Merkmalen („Varietäten zweiter Ordnung“, „Untervarietäten“, „Unterrassen“, „Rassenzweige“, „protomorphe und metamorphe Rassen“), die wir im biologischen Sinn als wohlcharakterisierte, mit bestimmter territorialer Verbreitung gekennzeichnete „geographische Lokalformen“ oder „Gautypen“ aufzufassen haben. Speziell als Konstitutionstypen werden weitere Unterabteilungen innerhalb der verschiedenen Arten und Rassen verstanden, bei denen die Gesamtverfassung (Konstitution) durch Eigentümlichkeiten bestimmt wird, in denen gewisse allgemeine ätiologische Gemeinsamkeiten der zusammengefaßten Individuen hervortreten. Da die Konstanz der Merkmale bei allen Gruppen auf Vererbung beruht, können sich bei räumlicher Separation und Inzucht relativ reine, in sich geschlossene Formengruppen herausbilden, die sich durch eine außerordentlich große Übereinstimmung des Merkmalkomplexes bei sämtlichen Individuen, d. h. durch eine verminderte individuelle Variabilität auszeichnen. Dazu kommt noch, daß in kleineren Gruppen auch die Umweltverhältnisse vielfach einheitlicher sind als in großen. Die Phänotypen, die sich uns auch in Arten und Rassen ebenso wie in den Konstitutionen allein zur Untersuchung darstellen, und die Kryptotypen, die wir aus Experimenten erschließen, kommen damit ebenfalls zu oft erstaunlich einheitlichen Bildern.

Das Verständnis der Vorgänge bei der Art-, Varietät- und Rassenbildung im einzelnen wird auch für die Anthropologie durch eine Reihe von Regeln erleichtert, die sich durch einen Überblick über das gesamte Lebensgeschehen in seinen verschiedenen Kreisen während geologischer Zeiträume ergeben. Diese Regeln haben gerade in ihrer Beziehung auf die Erkenntnisse einer modernen Erblichkeitslehre eine besondere Bedeutung gewonnen, so daß ihre wichtigsten hier kurz zusammengefaßt sein sollen.

1. Die „Migrationstheorie“ (WAGNER) weist auf die geographische Isolation als die wichtigste Voraussetzung bei der Entstehung neuer Arten und Rassen hin. Wenn von dem Individuenbestand einer Art ein Teil abgesondert wird, so entwickeln sich die neuen Formen durch den Einfluß besonderer artbildender Faktoren. Diese Voraussetzung für die Artbildung setzt sich dann in die Rassenentwicklung hinein fort, so daß sich auf dem Weg über Rassen neue Arten bilden. Man würde die „Migrationstheorie“ sinnvoller als „Isolationstheorie“ formulieren, weil es weniger auf die Wanderung ankommt als auf die Isolierung bestimmter Fortpflanzungsgemeinschaften durch die Wanderung, in denen sich dann die Weiterentwicklung vollzieht. Gerade beim Menschen kann eine Isolierung bestimmter Fortpflanzungsgemeinschaften aber auch ohne Wanderung erfolgen, etwa durch soziale, religiöse oder derartige Grenzen. In der Literatur weist der Begriff einer „Isolationsbarriere“ äußerer oder innerer Art (bei DOBZHANSKY, MAYR, MULLER, STEBBINS u. a.) bereits in diese Richtung.

2. Das Gesetz des Unspezialisierten (COPE) stellt fest, daß neue Arten nur von heranwachsenden, niemals von herrschend gewordenen oder schwindenden Formen abstammen. Optimale Lebensbedingungen bedeuten für eine Art zwar ein Aufblühen, ihre Individuenzahl wächst rasch an und ihre Variabilität wird groß. Jede Änderung der optimalen Bedingungen kann eine so sich ausbreitende Art jedoch wieder in großem Maß zum Aussterben bringen. Der Anlagenbestand einer Art scheint sich bei ihrer Ausdifferenzierung auch zu erschöpfen. Damit sind dann ihrer weiteren stammesgeschichtlichen Entwicklung unerbittliche Grenzen gesetzt. In der Reihenfolge der einzelnen großen systematischen Gruppen traten, wie die Paläontologie zeigt, im allgemeinen diejenigen Formen zuerst auf, die weniger spezialisiert waren. Die spezialisierten Typen dagegen starben aus.

Einen Sonderfall des COPEschen Gesetzes für den Menschen stellt die Fetalisationstheorie (HILZHEIMER, BOLK) dar. Diese bezeichnet den Menschen in seiner jetzigen Form als einen „geschlechtsreif gewordenen Primatenfetus.“ Die Hauptprinzipien der Menschwerdung sieht diese Hypothese in einer Annäherung

der menschlichen Erscheinung an einen Fötalzustand, die auf einer Verzögerung ihres Entwicklungsanges beruht. Zu dieser Anschauung kam man durch die Beobachtung, daß neue Typen immer nur von noch veränderungs- und anpassungsfähigen Jugendformen, nie aber von festen, unveränderlichen Endformen ausgehen können. Die Jugendformen sind noch unspezialisiert, Endformen dagegen sind entsprechend dem COPEschen Gesetz als spezialisiert zu bezeichnen. A. H. SCHULTZ (1952) hat zu dieser Theorie jedoch darauf verwiesen, daß es nicht nur Verzögerungen, sondern auch viele Beschleunigungen gibt, welche die menschliche Ontogenie auszeichnen (so die frühe Verknöcherung des menschlichen Brustbeins und der frühe dauernde Abstieg der menschlichen Hoden).

3. Nach dem Irreversibilitätsgesetz (DOLLO 1893) kann ein Organ im Verlauf der stammesgeschichtlichen Entwicklung niemals mehr zu einem phylogenetisch-älteren Stadium zurückkehren. Daher kann es auch niemals mehr eine Ausbildung annehmen, die nur von jenem früheren Stadium aus, aber nicht mehr von dem gegenwärtigen erreichbar ist. Die Evolution anatomischer Organe oder Strukturen läßt sich also nie mehr rückgängig machen, dagegen kann die Evolution ihrer Funktionen oder des äußeren Aussehens reversibel sein. Durch die modernen Erkenntnisse der Erb- und Entwicklungslehre hat das Irreversibilitätsgesetz manche Einschränkung erfahren (Rückmutationen, Rückbildungen); es wird daher besser heute nur noch von einer Irreversibilitätsregel gesprochen. KARNY und OUDEMANS vertreten dazu die Anschauung eines „wellenförmigen oder sinusoiden Entwicklungsganges.“

4. Nach dem Gesetz der progressiven Reduktion der Variabilität (ROSA) sind entstehende Arten variabler und plastischer als alte Stämme; die Zeit wirkt fixierend auf den Charakter und begrenzend auf die Variabilität der Art ein.

COPEs Gesetz des Unspezialisierten folgt aus ROSAs Gesetz der progressiven Reduktion der Variabilität und diese wiederum ist auf das DOLLOSE Irreversibilitätsgesetz zurückzuführen, wenn man (mit BROMAN und anderen) annimmt, daß seit den Urzeugungzeiten keine neuen Gene mehr gebildet wurden und dann unter Umständen auch Verlustmutationen zu einer vom menschlichen Standpunkt aus fortschrittlichen Entwicklung führen können. Zweifelloso trifft diese Annahme nicht in jedem Fall zu: Der Genbestand der Lebewesen erfährt durch die Mutationen nicht nur Verluste, sondern auch Gewinne; man muß dementsprechend nach weiteren Erklärungen suchen.

5. Endlich kommt zu der Migrationstheorie von WAGNER und zu den Gesetzen von COPE, DOLLO und ROSA noch das biologische Trägheitsgesetz (ABEL). Dieses befaßt sich mit der merkwürdigen Erscheinung, daß die Organismen während ihrer stammesgeschichtlichen Entwicklung zäh an einer bestimmten Entwicklungsrichtung festhalten, auch dann, wenn diese Entwicklung fehlschlägt und sich auf die Lebenserhaltung der Organismen offensichtlich nachteilig auswirkt. In mancher Beziehung geht dieses „Gesetz“ noch weiter als die COPEsche Regel. Die Materie setzt — entsprechend dem Trägheitsgesetz der Mechanik — allen Einwirkungen von außen einen gewissen Widerstand entgegen und versucht, von sich aus in einem Zustand der Ruhe oder der gleichförmigen Bewegung zu beharren. Dieses Gesetz — in Verbindung mit dem Gesetz des kleinsten Zwanges, wonach die Widerstände für die Entwicklung in einer einmal eingeschlagenen Bewegungsrichtung am kleinsten und entgegengesetzt dazu am größten sind — bestimmt auch das Festhalten der Organismen an einer einmal eingeschlagenen Entwicklungsrichtung.

Drei weitere Regeln befassen sich mehr mit den Einzelheiten im Gang der Entwicklung. Es sind dies:

6. Die Korrelationsregel. Sie besagt, daß an einen bestimmten Formzustand eines Organs innerhalb zahlreicher, zum Teil nur annäherungsweise feststellbarer Grenzen ebenfalls bestimmte Formzustände eines oder mehrerer anderer Organe gebunden sind, die mit ihm in funktioneller Beziehung d. i. in Korrelation stehen. Für die Stammesgeschichte bedeutet dies, daß die Änderung an einem Organ oder an einer Funktion zwangsläufig auch Änderungen an anderen Organen und Funktionen nach sich ziehen kann. Schon die Typenlehre CUVIERS hat auf der Regel von der korrelierten Übertragung von Merkmalen aufgebaut.

7. Die BERGMANNsche Regel besagt, daß bei Rassen eines Warmblüterassenkreises, die unter verschiedenen klimatischen Bedingungen leben, die Körpergröße von den wärmeren zu den kälteren Gebieten hin zunimmt.

8. Die ALLENSche Regel stellt eine Ergänzung für die Bergmannsche Regel dar und besagt, daß beim Fortschreiten von wärmeren zu kälteren Gebieten nach den kälteren Zonen hin eine Vergrößerung der hervortretenden Körperteile, besonders der Extremitäten stattfindet.



9. Schließlich befaßt sich auch noch die GLOGERSche Regel mit den Beziehungen der Varietäten zu ihrer Umwelt. Sie besagt, daß innerhalb eines Warmblüterrassenkreises die in wärmeren und feuchteren Gebieten beheimateten Rassen eine stärkere Melaninpigmentierung aufweisen als die Rassen kühlerer und trockenerer Gebiete.

Es kann kein Zweifel daran bestehen, daß auch beim Menschen gewisse Eigentümlichkeiten den angeführten Regeln in etwa entsprechen. Eine absolute Übereinstimmung besteht freilich nicht, sodaß das Hereinspielen wesentlicher anderer Faktoren auch in diese Dinge angenommen werden muß.

Ferner versucht auch noch eine Reihe von Regeln eine tiefere Erklärung für die erhobenen Befunde. Es sind dies

10. Die Lehre von der aktiven Umgestaltung der Organismen (LAMARCK). Sie besagt, daß die Organismen durch ihre Lebensbedingungen zu einem bestimmten Gebrauch ihrer Organe gezwungen werden und sich der Umwelt anpassen müssen, Merkmale, welche die Einzelindividuen während ihres Lebens im Verlaufe der Generationen immer wieder neu erwerben, würden demnach allmählich vererblich werden. LAMARCKS Theorie läuft damit letzten Endes auf eine „Vererbung erworbener Eigenschaften“ hinaus.

11. DARWINS Ausleselehre nimmt an, daß im Kampf ums Dasein und durch geschlechtliche Zuchtwahl jeweils diejenigen Individuen ausgetilgt oder an einer weiteren Fortpflanzung verhindert werden, welche aus irgendwelchen Gründen den an sie gestellten Ansprüchen nicht genügen. Auf dem Boden dieser Lehre stehen heute sehr viele Autoren, so wenn etwa gesagt wird (LENZ): „Idiokinese und Selektion sind die beiden einzigen treibenden Faktoren der generellen Organismengestaltung.“ Die DARWINSche Lehre hat zwei Voraussetzungen: Die erste Voraussetzung ist, wie bei der LAMARCKschen Lehre, daß die Art-, Rassen- und Individuenmerkmale — vom menschlichen Standpunkt aus beurteilt — zweckmäßiger Natur sind. Dies trifft jedoch nur in beschränktem Maße zu; viele Art- und Rassenmerkmale sind durchaus nicht zweckmäßig und besitzen deshalb keinen Auslesewert. Für andere Merkmale gilt, daß ihre Auslesebedeutung räumlich und zeitlich schwanken kann. Die zweite Voraussetzung für die DARWINSche Ausleselehre ist, daß sich die Artmerkmale wenigstens in der Mehrzahl der Fälle durch eine allmähliche Häufung kleiner Variationen entwickeln. Auch diese Voraussetzung scheint nur für einen Teil der Merkmale, aber nicht für alle zu gelten. Vom Begriff der Großmutationen neben dem der Kleinmutationen war schon die Rede. Bei der Beurteilung der DARWINSchen Lehre ist weiter zu bedenken, daß die Auslese grundsätzlich nur „entschleiert“ und niemals selbst neue Formen hervorbringt, mögen dies nun Klein- oder Großmutationen sein. Für die spätere menschliche Stammesentwicklung ist außerdem zu berücksichtigen, daß es gerade im Wesen des Menschen lag und liegt, sich mehr und mehr dem Kampf ums Dasein zu entziehen. Hier kommt es in Ergänzung des Kampfes ums Dasein zu einer „gegenseitigen Hilfe“ (KROPOTKIN), die, über eine Symbiose hinaus, auch im Tierreich vielfach sich betätigt.

12. Die Orthogenese (EIMER) faßt Entstehung, Umbildung und Aussterben einer Art ähnlich auf wie das Wachstum, das physiologische Altern und schließlich den Tod eines Einzelindividuums. Die Geschwindigkeit der stammesgeschichtlichen Entwicklung ist dabei nicht nur innerhalb einer einzelnen Reihe, sondern auch beim Vergleich mehrerer Reihen miteinander verschieden. Der Begriff der Orthogenese könnte den Begriff der Prämutation, der Ubiquität der Merkmale und die Gesetze von COPE, DOLLO, ROSA und ABEL umschließen. Die Inzucht soll nach EIMER die Fortentwicklung der Erbmasse im Sinn einer Orthogenese besonders begünstigen. Offenbar hat aber auch die Orthogenese nur neben den übrigen Hypothesen ihre Daseinsberechtigung und kann für sich allein die stammesgeschichtliche Entwicklung nicht erklären.

Schließlich sind noch zwei Regeln zu erwähnen, die eine wertvolle Hilfe bei der Beurteilung der allgemeinen Stammesentwicklung bedeuten, nämlich

13. das Gesetz der individuellen Entwicklung (K. W. VON BAER 1827). Danach finden sich die umfassenden Gruppen gemeinsamer Merkmale vorzugsweise in den Jugendstadien; die den weniger umfassenden Gruppen gemeinsamen Merkmale (also die Mehrzahl von Gattung, Art und Individuum) werden dagegen häufig erst in den Altersstadien sichtbar. Dieses Gesetz erinnert an die Fetalisationstheorie und ihre Zusammenhänge und führt zugleich zum nächsten,

14. dem biogenetischen Grundgesetz (HAECKEL 1866). Nach diesem „Gesetz“ stellt die Ontogenese, d. h. die Embryonalentwicklung des einzelnen Individuums, eine kurze Wiederholung der Phylogenese, der Stammesgeschichte einer Art



dar. Man kann deshalb aus bestimmten Embryonalstadien auch auf den stammesgeschichtlichen Weg der betreffenden Formen schließen (Abb. 24, 25). Genauere Untersuchungen haben allerdings gezeigt, daß auch das biogenetische Grundgesetz durchaus nicht allgemein und uneingeschränkt gilt. Man spricht im Unterschied von Phylogenese und Ontogenese vor allem von einer Prolongation, als Verspätung von Endstadien, einer Deviation, als Änderung von Durchgangsstadien, einer Akzeleration als Beschleunigung, einer Retardation als Verlangsamung und einer Abbreviation als Verlust von Stadien, Begriffe, wie sie teilweise auch für die Fetalisationstheorie BOLKs eine Rolle spielen. Es gibt also zahlreiche Ausnahmen von diesem Gesetz, da sich die Ontogenese unter ganz anderen Bedingungen abspielt als die Phylogenese. Man wird mit den heutigen Erkenntnissen besser von einer Repetition keimesgeschichtlicher Zustände der Ahnen als von einer Rekapitulation sprechen, wobei dann die Reihenfolge der verschiedenen Entwicklungsprozesse nacheinander oder nebeneinander weitgehend verändert sein kann. Immerhin gilt, daß die Embryonalformen gerade bei den verschiedensten Wirbeltiergruppen um so mehr übereinstimmen, je frühere Entwicklungsstadien man miteinander vergleicht. Damit wird dann auch wieder an die Fetalisationstheorie von BOLK angeschlossen.

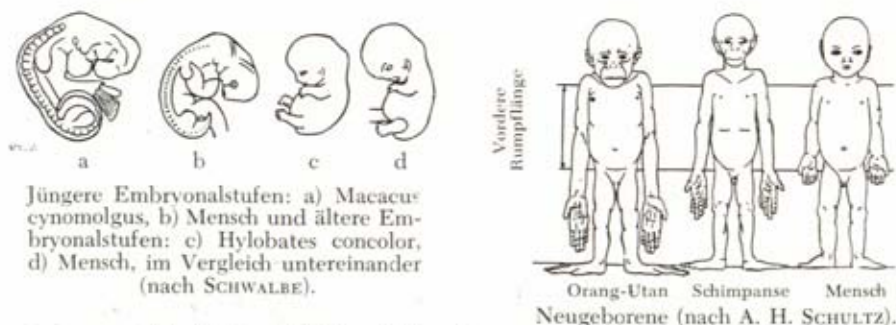


Abb. 24. Vergleich jugendlicher Formen von Affen und Mensch.

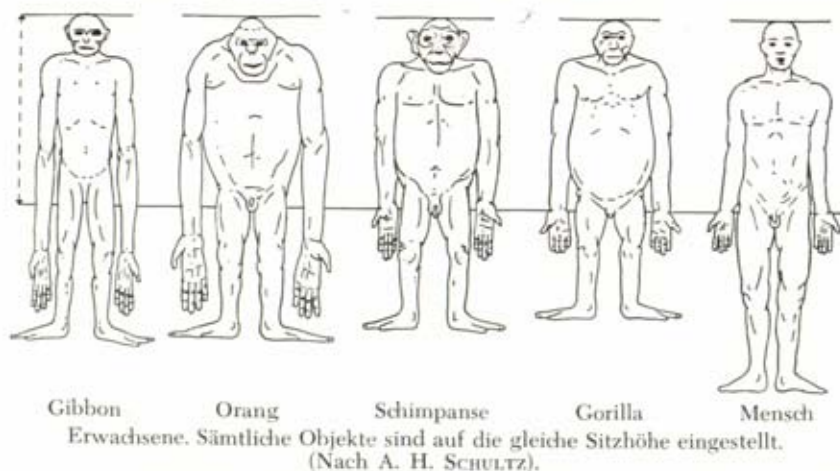


Abb. 25. Vergleich der Erwachsenen bei Affen und Mensch.

Der letzte Begriff von allgemeinem Interesse für die Anthropologie ist derjenige des Typus. Er bildet auch in der Erblchkeitslehre für die Bezeichnungen Genotypus, Phänotypus und Kryptotypus eine Grundlage. Auch für diesen Begriff liegen die Verhältnisse ganz ähnlich wie für die Art- und Rassendefinition, d. h. wir kennen ein morphologisches und ein ätiologisches Prinzip der Typeneinteilung.

Das morphologische Prinzip der Typenbeschreibung geht von bestimmten Eigentümlichkeiten aus, die von dem einzelnen Forscher für besonders wichtig gehalten werden, etwa bestimmten Artmerkmalen oder sogenannten Rassenmerkmalen, auch einem Organ oder Gewebe, von dem aus ein Typus besonders stigmatisiert sein soll, ja manchmal sogar nur von der Intuition oder von dem „Blick“ des betreffenden Forschers. Solche Methoden einer Typenfindung stehen am Anfang der Forschung und können diese dann anregen, sind aber weder Ziel noch meist auch Ergebnis einer tiefergehenden Erkenntnis.

Das ätiologische Prinzip sucht demgegenüber die Typen auf bestimmte objektiv faßbare Gründe zurückzuführen, so etwa den Genotypus auf die Gene, den Phänotypus auf das Zusammenspiel der Gene mit bestimmten Umwelten, den Kryptotypus auf die Potenzen, die in den Phänotypen noch unverwirklicht stecken, den Arttypus auf die Fortpflanzungsschranken, die ihm von der Natur gesetzt sind, die Rassentypen auf die geographischen, sozialen oder anderen Grenzen, in denen es zu den kennzeichnenden Fortpflanzungsgemeinschaften innerhalb der Art kommt, endlich die Konstitutionstypen auf bestimmte ätiologische Komplexe, wie das Geschlecht, die drei Keimblätter, die innersekretorischen Drüsen, den unterschiedlichen Tonus im vegetativen Nervensystem oder auf andere Organe und Funktionen im Organismus, die eine so zentrale Bedeutung haben, daß von ihnen aus die gesamte Körpervfassung (Konstitution) in ihrem Aussehen (Habitus) wie in all ihren Funktionen und Reaktionen geprägt wird. Eine ätiologische Forschung vermag vor allem auch der Erkenntnis Rechnung zu tragen, daß oft dieselben äußeren Formen verschiedenen inneren Gründen entsprechen wie umgekehrt verschiedene äußere Bilder aus demselben inneren Grund möglich sind, je nach der Gesamtlage; mit dem Begriff einer Konvergenz- oder Divergenzentwicklung, d. h. einer Entwicklung zu gleichen Formen von verschiedenen Ausgangslagen her oder zu verschiedenen Formen von der gleichen Ausgangslage her greifen derartige Erkenntnisse auch zurück auf die Regeln zur Bildung der Arten, Varietäten und Rassen. Beim heutigen Stand der Forschung haben nur noch die ätiologischen Typen in Art-, Rassen- und Konstitutionslehre einen Wert, der lohnt, sie weiter zu verfolgen. Die Form muß dann aus der Ätiologie abgeleitet werden, wenngleich es auch umgekehrt ein interessantes Problem darstellt, die verschiedenen Formen wieder rückläufig auf eine echte und wissenschaftlich vertretbare Ätiologie hin zu analysieren, um damit zu sinnvollen Schlußfolgerungen für eine angewandte Anthropologie zu gelangen.

Wie für die Rassenfrage stellt sich auch für den Typus ganz allgemein das Problem der Reinheit oder Unreinheit. Doch ist es für den Typusbegriff allgemein mehr ein geistes- als naturwissenschaftliches Problem. Nach dem Wesen der Typenbildung und Typenfindung ist klar, daß jeder Typus nur soweit „rein“ sein kann, als eben typenbildende Merkmale berücksichtigt werden. In dem, was bei einer Typenbildung nicht berücksichtigt wird, ist die betreffende Gruppe uneinheitlicher, d. h. „unreiner“ als in den berücksichtigten Merkmalen. Das bedeutet, daß jeder Typus rein ist nur immer für unsere Vorstellung. Kein Individuum ist ein Typus ganz und nur Typus; es sei denn, es ist lediglich sich selbst Typus (Individualtypus), hat dann aber in dieser Beziehung auch nur für sich selbst und nicht für einen ausgedehnten Bereich Bedeutung. So ist naturgemäß jeder Typus, wenn man ihn auf die allein wirklichen Individuen bezieht, ein unreiner Typus. Er wird nur für unsere Vorstellungen um so reiner, je mehr er sich auf einzelne Merkmale beschränkt, welche der betreffenden Typenbildung zugrunde liegen. Man sollte aus diesen Gründen auf die Bezeichnung „rein“ oder „unrein“ für irgendwelche Typen unter naturwissenschaftlichen Gesichtspunkten besser verzichten.

Speziell für die angewandte Anthropologie ist schließlich noch eine Definition der Norm von Bedeutung. Hier werden statistische Norm, Korrelations-



norm, Idealnorn und Individualnorm sowie Gruppennorm unterscheiden, deren jede unter bestimmten Gesichtspunkten ihre besondere Berechtigung haben. Als statistische Norm wird der Durchschnitt einer Gruppe für ein bestimmtes Merkmal bezeichnet. Es kommt darauf an, hierzu die Mittelwerte und Streubreite entsprechend zu berechnen. Der Begriff der Korrelationsnorm trägt der Tatsache Rechnung, daß durch die statistische Norm kein Individuum eindeutig erfaßt werden kann; je mehr Merkmale für die Berechnung statistischer Normen berücksichtigt werden, desto seltener werden die Individuen, welche dem statistischen Durchschnitt in seiner Gesamtheit entsprechen. Bei der Korrelationsnorm ist berücksichtigt, daß das Individuum eine in sich geschlossene Ganzheit bildet und daß in dem Rahmen der Ganzheit Merkmale, die statistisch eventuell irgendwo im Extrem liegen, doch normal sein können und die Funktionen des Einzelmenschen nicht weiter beeinträchtigen. Es kommt also darauf an, die Korrelationen der einzelnen Merkmale in ihrer individuellen Verwirklichung zu berücksichtigen und daraus dann die Normen abzuleiten. Der Begriff der Idealnorn wird gebraucht, wenn aus bestimmten ideellen Vorstellungen heraus Normen aufgestellt werden, die dann gewissermaßen Leitlinien für die Bewertung sein sollen. Solche Idealnornen kommen vor allem da zustande, wo es sich um die Herausarbeitung von Gegensatztypen handelt, wo also Extreme miteinander verglichen und gegeneinander abgestimmt werden. Auch auf die Weise kann es zur Idealnorn kommen, daß an vielen Individuen beobachtete Eigentümlichkeiten zu dem Idealbild etwa einer Krankheit oder dergleichen zusammengestellt werden. Solche Idealnornen sind immer Abstraktionen, aber sie können als heuristische Prinzipien immerhin einen gewissen Wert aufweisen. Der Begriff der Individualnorm schließlich, der in organischem Zusammenhang steht mit dem Begriff einer Gruppennorm, besagt, daß jedes Individuum in all seinen Eigentümlichkeiten und Verhaltensweisen letzten Endes für sich selbst eine gewisse Norm darstellt, die sich über alle anderen Normen, die statistische, die Korrelations- und die Idealnorn hinwegsetzt. Sie drückt den Selbstwert und das Selbstbewußtsein eines jeden einzelnen Menschen aus, die er verkörpern muß, um überhaupt ohne Komplexe und Skrupel leben zu können. Die Gruppennorm, der sich die Individualnorm jedoch stets einfügen muß, bedeutet demgegenüber das Maß der Gemeinschaften, die jeder zum Leben benötigt, denen er gibt und von denen er nimmt und denen er sich dementsprechend auch für sein Leben anzupassen hat. Während die Individualnorm in mancher Beziehung an die Korrelationsnorm anknüpft, erinnert die Gruppennorm mehr an die statistische Norm, doch sind letzten Endes alle gegebenen Normbegriffe weitgehend selbständig. Keiner dieser Normbegriffe kennzeichnet die Tatbestände des Lebens ganz und vollständig und die Wirklichkeit der Individuen, mit denen es die Forschung allein zu tun hat, ist nur durch eine Würdigung von allen gegebenen Normbegriffen her zu erfassen. In ihrer Gesamtheit jedoch erscheinen die gegebenen Normbegriffe unentbehrlich, um zu einer Ordnung und Abschätzung der Tatbestände des Lebens überhaupt zu kommen.

### Literatur

- ABEL, O., 1924: Vererbungswissenschaft und Morphologie. Verh. Zool. Bot. Ges. 73, 199. Wien.  
 — 1928: Das biologische Trägheitsgesetz. Biolog. general. 4.  
 — 1929: Das biologische Trägheitsgesetz. Paläont. Zeitschrift 11.  
 ALLEN, G., 1926: Reaction of eight San Blas Indians to permanence tests. Amer. J. Physic. Anthropol. 9, 81.



- ASCHNER, B., 1924: Über Konstitution und Vererbung. Zschr. Konstit. 9, 6.
- BAUR, E., FISCHER, E., und LENZ, F., 1936: Menschliche Erblehre und Rassenhygiene (Eugenik) Bd. I. Lehmann, München.
- BERGMANN u. LEUKART, 1919: Zur Frage der Entstehung neuer Arten durch Kreuzung. Zit. bei STRESEMANN, E., Jahrbücher Club ned. Vogelkundigen 9.
- BOLK, L., 1926: Das Problem der Menschwerdung. Fischer, Jena.
- BROMAN, J., 1921: Zur Frage der Gen-Neubildung und der Vererbung neuerworbener Eigenschaften. Anat. Anz. 54, 457.
- COPE, E. D., 1887: The origin of the fittest, Essays on Evolution, London.
- 1889: On Inheritance in Evolution. Amer. Nat. 22, 1058.
- 1894: The energy of evolution. Amer. Nat. 28, 205.
- 1896: The primary factor of organic evolution. Chicago.
- DAHL, F., 1889: Die Bedeutung der geschlechtlichen Zuchtwahl bei der Trennung der Arten. Zool. Anz. 12, 262.
- DAHLBERG, G., 1948: Genetics of Human Population. Advances in Genetics, 2, 67.
- DARWIN, CH., 1884: On the origin of species by Means of Natural Election. London. Deutsch v. CARUS, L. V., 7. Aufl. Stuttgart.
- 1911: Descent of Man. London.
- DEMEREK, M., 1941: Cythology, Genetics and Evolution. Philadelphia.
- DOLLO, L., 1893: Les lois de l'Evolution. Bull. Belg. Géol., Paléont., Hydrol. 7.
- DOBZHANSKY, TH., 1929: Die genetischen Grundlagen der Artbildung. Deutsch von LERCHE, W., Fischer, Jena.
- EIMER, TH., 1888: Entstehung der Arten. Jena.
- FISCHER, E., 1911: Zum Inzucht- und Bastardierungsproblem beim Menschen. Corr. Bl. Anthr. Ges. 42, 105.
- 1913: Die Rehobother Bastarde und das Bastardierungsproblem. Fischer, Jena.
- 1913: Das Problem der Rassenkreuzung beim Menschen. Ver. Ges. Dtsch. Natf. Vers. Wien. 1, 72.
- 1930: Europäer-Polynesier-Kreuzung. Zschr., Morph. Anthropol. 28, 205.
- GIUFFRIDA-RUGGERI, V., 1912: L'uomo come specie collectiva. Discorso Accad. Napoli.
- 1912: Schema di classificazione degli „Hominidae“ attuali. Archivio Anthropol. 42, 136.
- 1913: L'uomo attuale. Milano.
- 1913: Homo sapiens. Wien-Leipzig.
- GLOGER, Zit. n. RENSCH, B., 1947: Neuere Probleme der Abstammungslehre. Enke, Stuttgart.
- GOLDSCHMIDT, R., 1924 ff.: Untersuchungen zur Genetik der geographischen Variationen. Arch. f. Entw.-Mechanik. 101—130.
- 1940: The material basis of Evolution. New Haven.
- GÜNTHER, H., 1949: Normierung einfacher und korrelativer Merkmale. Zschr. menschl. Vererb.-Konstit.-Lehre, 29, 368.
- HÄCKEL, E., 1902: Natürliche Schöpfungsgeschichte. 10. Aufl. Berlin.
- 1903: Anthropogenie, Stammesgeschichte des Menschen. 5. Aufl. Leipzig.
- 1908: Unsere Ahnenreihe (Progonotaxis hominis). Jena.
- HARMS, I. W., 1934: Wandlungen des Artgefüges. Leipzig.
- HEBERER, G., 1951: Neue Ergebnisse der menschlichen Abstammungslehre. Ein Forschungsbericht. Musterschmidt, Göttingen.
- u. Mitarbeiter, 1954: Die Evolution der Organismen. Fischer, Stuttgart.
- HILDEBRANDT, K., 1920: Norm und Entwicklung des Menschen. Dresden.
- HILZHEIMER, M., 1926: Stammesgeschichte des Menschen. Quelle u. Meyer, Leipzig.
- HUXLEY, J., 1948: Evolution. The modern synthesis. 5. Ed. London.
- JOHANNSEN, Q., 1903: Über Erbllichkeit in Populationen und reinen Linien. Fischer, Jena.
- 1926: Elemente der exakten Erblchkeitslehre, 3. Aufl., Fischer, Jena.
- KUHN, A., 1934: Genwirkung und Artveränderung. Der Biologe, 3.
- LAMARCK, J., 1873: Philosophie zoologique. Deutsch v. LANG, A., nebst einer biographischen Einleitung von MARTIN, CHARLES. 2. Aufl. Leipzig 1903.
- LEBZELTER, V., 1934: Über Khoisanmischlinge in Südwestafrika. Zschr. Morph. Anthropol. 34, 213.
- LUDWIG, W., 1940: Selektion und Stammesentwicklung. Naturw. 28, 689.
- LUNDBORG, H., 1931: Die Rassenmischung beim Menschen. Bibl. gener. 8.
- MAYR, E., 1944: Systematics and the Evolution of Species. 2. Ed. New York.
- MELCHERS, G., 1939: Genetik und Evolution. Zschr. ind. Abst.-u. Vererbungslehre, 76, 229.
- MICHELSON, G., 1924: Über die Bestimmung der Norm. Zschr. menschl. Vererb.-Konstit.-Lehre 9, 417.

- MÖBIUS, K., 1886: Die Bildung, Geltung und Bezeichnung der Artbegriffe und ihre Verhältnisse zur Abstammungslehre. Zool. Jahrb. **1**, 241.
- NACHTSHEIM, H., 1949: Vom Wildtier zum Haustier. 2. Aufl. Berlin.
- PORTMANN, A., 1945: Die Ontogenese des Menschen als Problem der Evolutionsforschung. Verh. Schweizer nat. Forsch. Ges. **44**.
- RAUTMANN, H., 1921: Untersuchungen über die Norm. Jena.
- RENSCH, B., 1954: Neuere Probleme der Abstammungslehre. 2. Aufl. Enke, Stuttgart.
- RODENWALDT, E., 1927: Die Mestizen auf Kisar. Weltenvreden (Java).
- ROSA, D., 1899: La riduzione progressiva della variabilità i moi vapporti coll'estinzione e coll'origine delle specie. Torino. Deutsch von BOSSHARS, Jena 1903.
- SALLER, K., 1931: Genotypus und Phänotypus, Konstitutionslehre und Rasse in ihrer Definition und gegenseitigen Beziehung. Anat. Anz. **71**, 353.
- 1954: Norm und Abnorm. Endokrinologie **30**, 257.
- 1955: Der Rassenbegriff in der Anthropologie. In: Rassenfrage heute. Südd. Verlag, München.
- SCHINDEWOLF, O. H., 1940: Zur Theorie der Artbildung. Sitz.-Ber. Ges. Naturf. Berlin, 268.
- 1946: Zur Kritik des biogenetischen Grundgesetzes. Naturw. **33**, 244.
- 1950: Grundfragen der Paläontologie. Schweizerbart, Stuttgart.
- SCHULTZ, A. H., 1926: Fetal Growth of man and other primates. Quart. Rev. Biol. **465**. Bd. 1, S. 465.
- 1952: Vergleichende Untersuchungen an einigen menschlichen Spezialisierungen. Bull. Schweiz Ges. Anthropol. Ethnol. **28**, 25.
- SCHWALBE, G., 1923: Die Abstammung des Menschen und die ältesten Menschenformen. Kultur der Gegenwart, 3. Teil, Anthropol., 5. Abt., 223. Leipzig.
- SIMPSON, G. G., 1951: Zeitmaße und Ablaufform der Evolution (Deutsch von G. HEBERER). Musterschmitt, Göttingen.
- SPEMANN, H., 1936: Experimentelle Beiträge zu einer Theorie der Entwicklung. Berlin.
- STEGGERDA, M., 1928: Physical development of negro-white hybrids in Jamaica. Amer. J. Physic. Anthropol. **12**, 121.
- STRATZ, G. H., 1903: Das Problem der Rassenentstehung der Menschheit. Arch. Anth. N. F. **1**, 189.
- STUBBE, H., u. WETTSTEIN, F. v., 1942: Über die Bedeutung von Klein- und Großmutationen in der Evolution. Biol. Zbl. **61**, 265.
- TAO, Y. K., 1935: Chinesen-Europäerinnen-Kreuzungen. Zschr. Morph. Anthropol. **33**, 349.
- TURESSON, G., 1929: Zur Natur und Begrenzung der Arteinheiten. Hereditas **12**.
- UHLMANN, E., 1923: Entwicklungsgeschichte und Artbegriff in ihrer geschichtlichen Entwicklung. Jena.
- VERSCHUER, O. v., 1952: Ontogenese und Phylogenese. Kölner Zschr. Soziol. **4**, 158.
- WAGNER, M., 1889: Die Entwicklung der Arten durch räumliche Sonderung. Basel.
- ZIMMERMANN, W., 1953: Evolution. Geschichte über Probleme und Erkenntnisse. Alber, Freiburg-München.
- 1938: Vererbung „erworbener Eigenschaften“ und Auslese. Fischer, Jena.

## D. Ordnung der Primaten einschließlich der Hominiden

Auf Grund unserer heutigen Kenntnisse haben wir den Menschen in folgender Weise in die Ordnung der Primaten (Herrentiere) einzureihen (nach SCHLOSSER-ZITTEL, modifiziert nach SCHWALBE, GREGORY, MARTIN, SIMPSON, POCKOCK u. a.) (Abb. 26):

Ordnung: Primaten (Herrentiere)

I. Unterordnung: Prosimiae (Lemuroideae, Halbaffen)

1. Tribus: Lemuriformes
  1. Familie: Adapidae
  2. Familie: Lemuridae
  3. Familie: Archaeolemuridae
2. Tribus: Chiromyiformes
  1. Familie: Plesiadapidae
  2. Familie: Chiromyidae



3. Tribus: Lorisiformes  
Familie: Lorisidae
4. Tribus: Tarsiiformes  
1. Familie: Tarsiidae  
2. Familie: Anaptomorphidae
- II. Unterordnung: Simiae (Pithecoideae, Anthropeideae, Affen)
  1. Tribus: Platyrrhinae (Breitnasen, amerikanische Affen, Westaffen)
    1. Familie: Hapalidae
    1. Genus: Hapale (ILLIG)

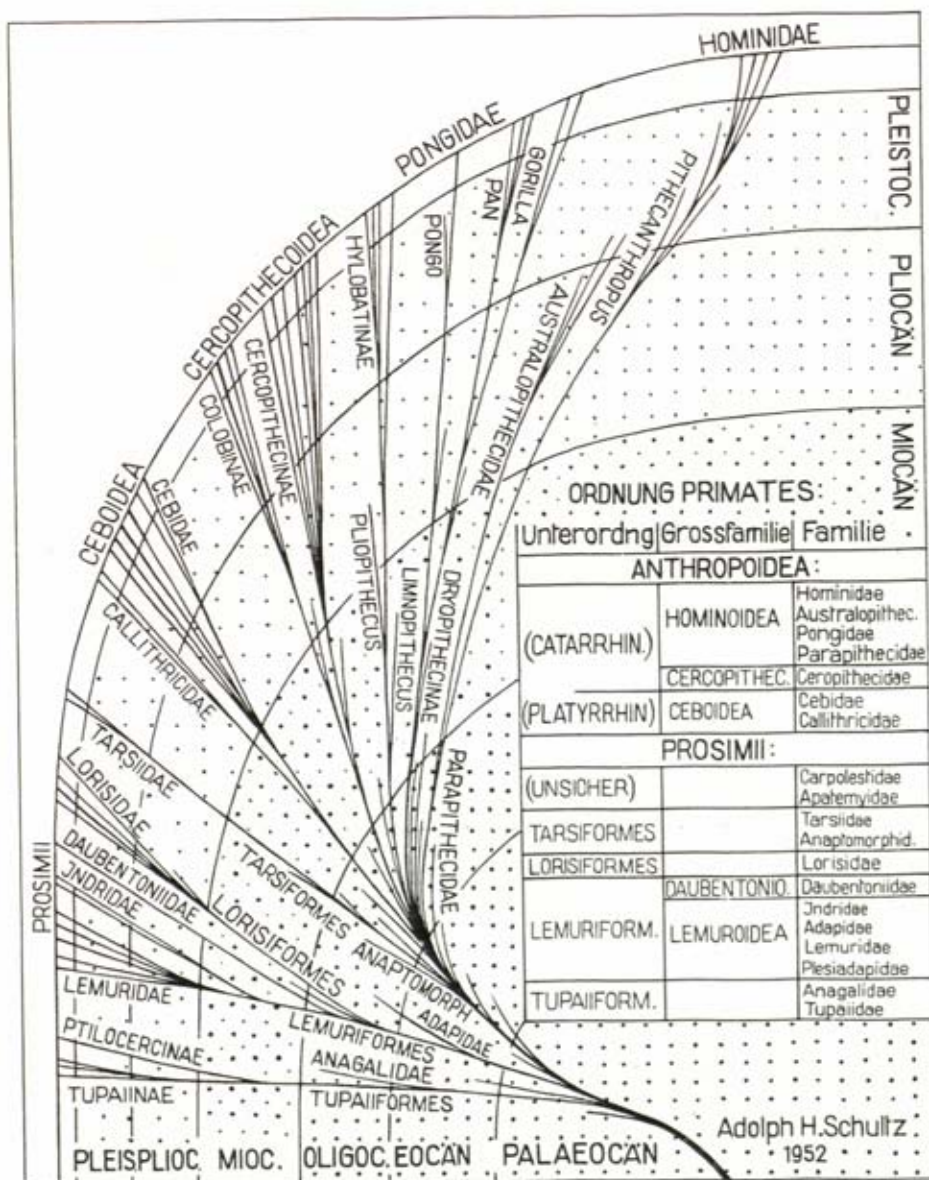


Abb. 26. Phylogenetische Beziehungen und Systematik ausgestorbener und recenter Primaten (nach A. H. SCHULTZ).



1. Species: *H. jacchus*
2. Species: *H. penicillatus*
2. Genus: *Midas* (E. GEOFF.)
  1. Species: *M. rosalia*
  2. Species: *M. labiatus*
2. Familie: Cebidae
  1. Subfamilie: Nyctipithecinae
    1. Genus: *Chrysothrix* (KAUF)
      - Species: *Ch. sciurea*
    2. Genus: *Nyctipithecus* (SPIX)
      - Species: *N. Azarae*
    3. Genus: *Callithricidae* (E. GEOFF.)
      1. Species: *C. torquata*
      2. Species: *C. moloch*
      3. Species: *C. personata*
  2. Subfamilie: Pithecinae
    1. Genus: *Brachyurus* (SPIX)
      - Species: *B. melanocephalus*
    2. Genus: *Pithecia* (E. GEOFF.)
      1. Species: *P. monachus*
      2. Species: *P. pithecia*
      3. Species: *P. satanas*
  3. Subfamilie: Cebinae
    1. Genus: *Lagothrix* (E. GEOFF.)
      1. Species: *L. lagotrica*
      2. Species: *L. infumatus*
    2. Genus: *Brachyteles* (SPIX)
      - Species: *B. arachnoides*
    3. Genus: *Ateles* (E. GEOFF.)
      1. Species: *A. variegatus*
      2. Species: *A. ater*
      3. Species: *A. vellerosus*
  4. Subfamilie: Mycetinae
    - Genus: *Mycetes* (ILLIG) (*Alouata* LACÉP)
      1. Species: *M. seniculus*
      2. Species: *M. nigra*
2. Tribus: Katarrhinae (Schmalnasen, Altweltaffen)
  1. Familie: Parapithecidae (fossil)
  2. Familie: Cynopithecidae (Hundsaffen)
    1. Subfamilie: Cercopithecidae
      1. Genus: *Paio* (ERXL) (*Cynocephalus* LACÉP)
        1. Species: *P. babuin*
        2. Species: *P. hamadryas*
        3. Species: *P. maimon*
        4. Species: *P. porcarius*
      2. Genus: *Theropithecus* (E. GEOFF.)
        - Species: *Th. gelada*
      3. Genus: *Cynopithecus* (E. GEOFF.)
        - Species: *C. niger*
      4. Genus: *Macacus Rhesus* LACÉP
        1. Species: *M. maurus*
        2. Species: *M. lasiotis*
        3. Species: *M. arctoides*
        4. Species: *M. rhesus*
        5. Species: *M. inuus*
        6. Species: *M. nemestrinus*
        7. Species: *M. cynomolgus*
        8. Species: *M. sinicus*
    5. Genus: *Cercocebus* (E. GEOFF.)
      1. Species: *C. collaris*
      2. Species: *C. fuliginosus*
    6. Genus: *Cercopithecus* (ERXL)
      1. Species: *C. talapoin*
      2. Species: *C. diana*

3. Species: *C. albigularis*
4. Species: *C. patas*
5. Species: *C. callitrichus*
6. Species: *C. sabaeus*
7. Species: *C. nictitans*
8. Species: *C. cynosurus*
9. Species: *C. petaurista*
2. Subfamilie: Semnopithecinae
  1. Genus: *Mesopithecus* (fossil)  
Species: *M. pentelici*
  2. Genus: *Colobus* (ILLIG)
    1. Species: *C. guareza*
    2. Species: *C. vellerosus*
    3. Species: *C. verus*
  3. Genus: *Nasalis* (E. GEOFF.)  
Species: *N. larvatus*
  4. Genus: *Rhinopithecus* (A. M. EDW.)  
Species: *R. Rocellanae*
  5. Genus: *Semnopithecus* (F. CUV.)
    1. Species: *S. entellus*
    2. Species: *S. maurus*
    3. Species: *S. cephalopterus*
    4. Species: *S. mitratus*
    5. Species: *S. femoralis*
    6. Species: *S. melalophus*
  6. Genus: *Dolichopithecus*  
Species: *D. ruscinensis*
  7. Genus: *Lypipithecus*
3. Familie: Oreopithecidae (fossil)
4. Familie: Simiidae (Menschenaffen)
  1. Subfamilie: Hylobatidae (Langarmaffen)  
Genus: *Hylobates* (ILLIG) (Gibbon)
    1. Species: *H. hoolek*
    2. Species: *H. lar*
    3. Species: *H. leuciscus*
    4. Species: *H. agilis*
    5. Species: *H. syndactylus*
  2. Subfamilie: Anthropomorphae (Hochaffen, Pongidae)
    1. Genus: *Propliopithecus* (SCHLOSSER)  
Species: *P. HAECKELI*
    2. Genus: *Pliopithecus* GERVAIS  
Species: *P. antiquus*
    3. Genus: *Sivapithecus* (PILGRIM)
      1. Species: *S. africanus*
      2. Species: *S. indicus*
    4. Genus: *Dryopithecus* (LARTET)
      1. Species: *D. Fontani*
      2. Species: *D. rhenanus*
    5. Genus: *Simia* L.  
Species: *S. satyrus* (Orang-Utan); [ROTHSCHILD setzt dafür *Pongo pygmaeus*; L. MATSCHKE trennt hier 14 Species, ROTHCHILD nimmt dagegen vier Subspecies an. SELENKA unterscheidet 8 verschiedene Rassen].
    6. Genus: *Gorilla* (E. GEOFF.)
      1. Species: *G. gina* (Gorilla)
      2. Species: *G. castaneiceps*
      3. Species: *G. Beringei*
      4. Species: *G. Diehli*
    7. Genus: *Anthropopithecus* (BLAINV.), Pan
      1. Species: *A. sivalensis*
      2. Species: *A. troglodytes* (Schimpanse)
      3. Species: *A. tschego*
      4. Species: *A. Schweinfurthi*
      5. Species: *A. fuscus*

# DER STAMMBAUM DES MENSCHEN

NACH DEM DERZEITIGEN STAND

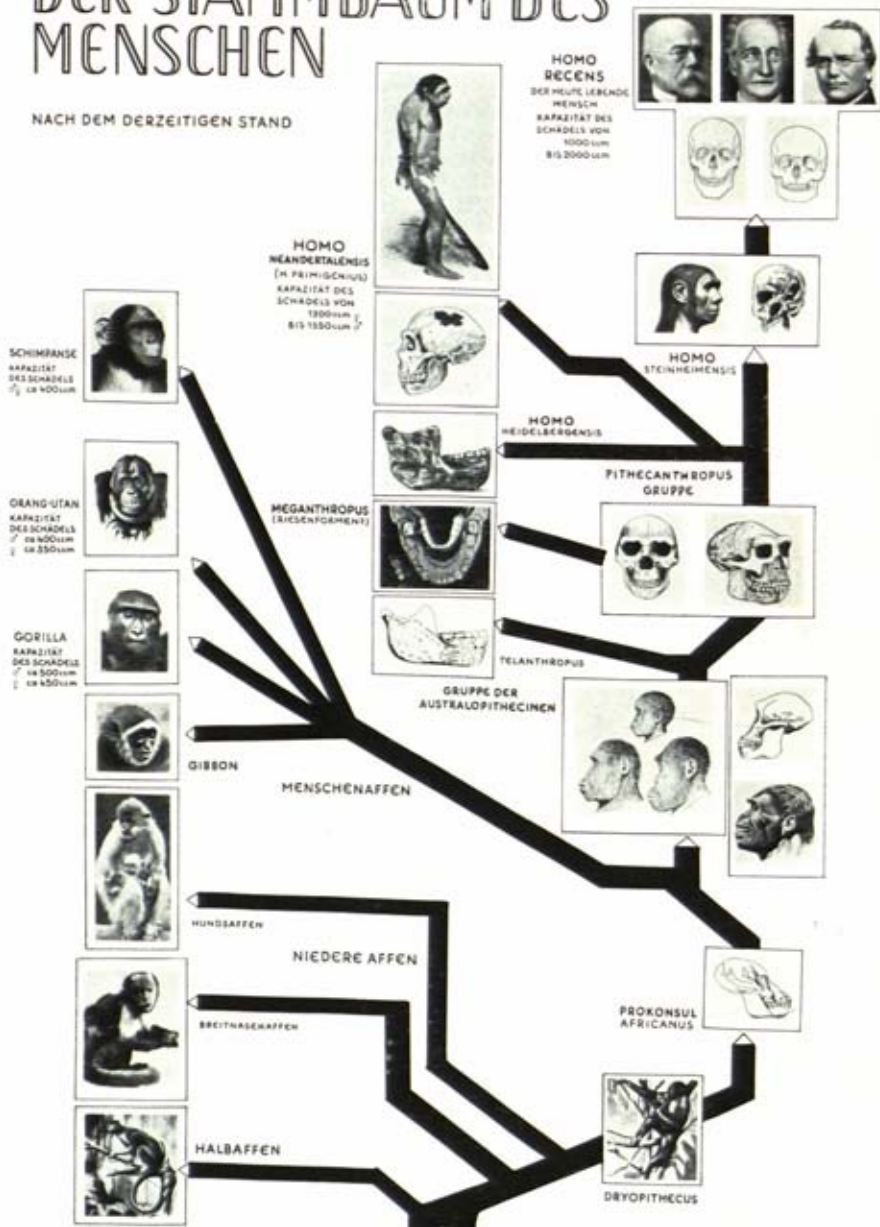


Abb. 27. Die Hauptstämme der Primaten in ihrem Verhältnis zur Abstammung des Menschen.

6. Species: *A. leucoprymnus*

8. Genus: Bonobo (TRATZ und HECK)

Species: *Bonobo paniscus* (SCHWARZ)

III. Unterordnung: Hominidae (Mensch)

1. Genus: *Proconsul* (HOPWOOD)



1. Species: *P. africanus* (HOPWOOD)
2. Species: *P. nyanzae* (LE GROS CLARK, HOPWOOD)
3. Species: *P. major* (LE GROS CLARK)
2. Genus: *Australopithecus* (DART)
  1. Species: *Australopithecus africanus* (DART)
  2. Species: *Australopithecus prometheus* (DART)
  3. Species: *Plesianthropus transvaalensis* (BROOM)
  4. Species: *Paranthropus robustus* (BROOM)
  5. Species: *Paranthropus crassidens* (BROOM)
  6. Species: *Telanthropus capensis* (ROBINSON)
3. Genus: *Pithecantropus* (DUBOIS)
  1. Species: *Pithecantropus erectus* (DUBOIS)
  2. Species: *Sinanthropus* (BLACK)
  3. Species: *Pithecantropus robustus* (WEIDENREICH)
4. Genus: *Homo*
  1. Species: *Homo neandertalensis* (primigenius) (SCHWALBE)
  2. Species: *Homo sapiens* (LINNÉ)

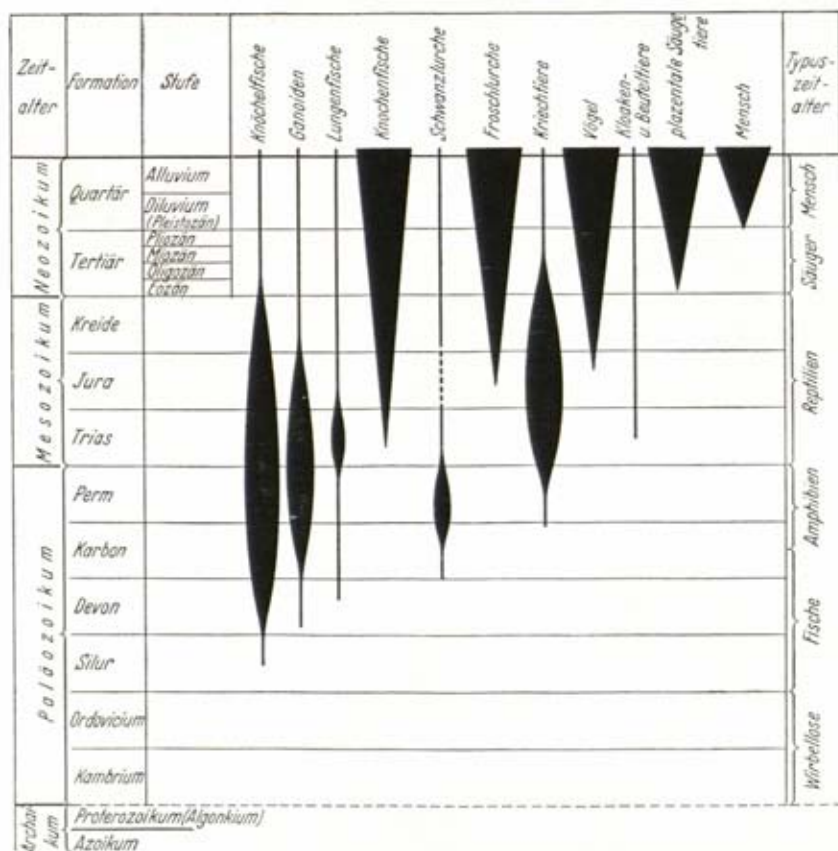


Abb. 28. Das zeitliche Auftreten verschiedener Klassen und Unterklassen der Wirbeltiere in der Erdgeschichte. Schematisch sehr vereinfachte summarische Übersicht. Die verschiedene Dicke der Striche soll den Formenreichtum der betreffenden Tiergruppe in den aufeinanderfolgenden Perioden andeuten (nach LECHE, unwesentlich abgeändert aus TSCHULOK, 1922).

Die Aufstellung enthält nur die wesentlichsten Arten der aufgezählten Genera. Sie hat den Zweck, den Leser mit der systematischen Stellung derjenigen Formen

bekannt zu machen, die im folgenden wiederholt genannt werden. Die Einteilung macht nicht den Anspruch, eine Stufenleiter der Primaten darzustellen in dem Sinn, als ob die höheren Formen die Stadien der recenten tieferstehenden durchlaufen hätten. Unsere heutigen Kenntnisse genügen noch keineswegs, einen sicheren Stamm-

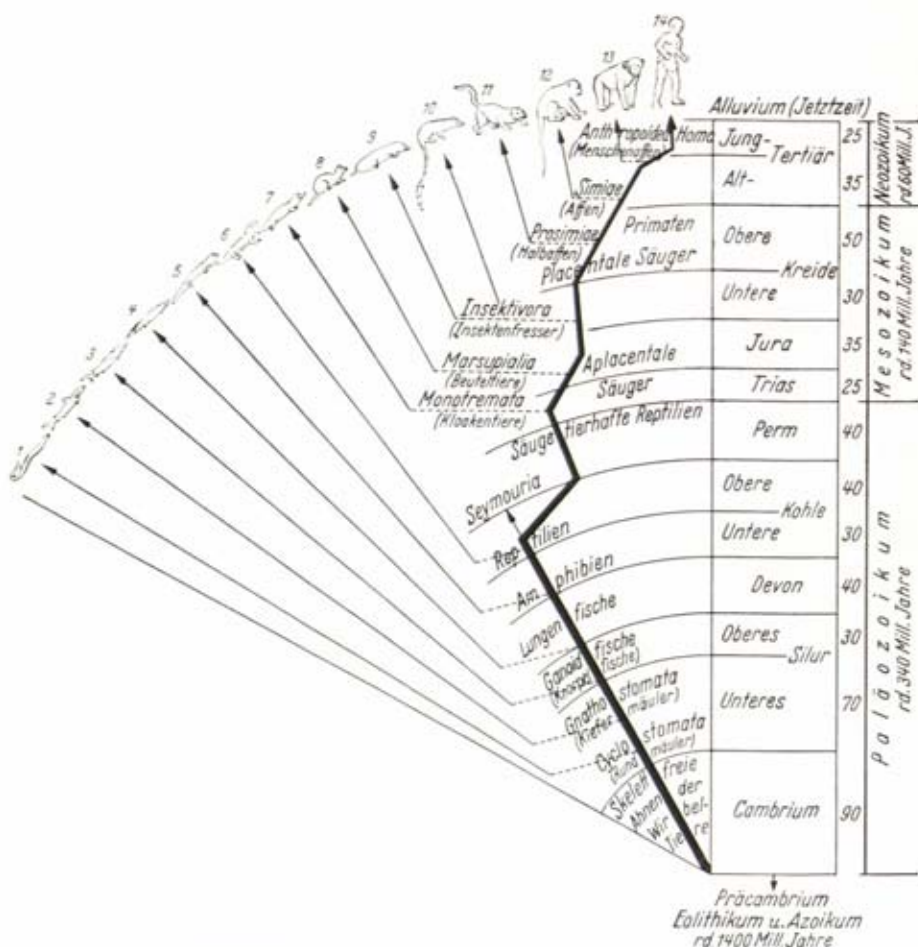


Abb. 29. Stammesentwicklung des Menschen und der Säugetiere. In Anlehnung an eine Abbildung von GREGORY. Die rechts stehenden Zahlen bedeuten Jahr-millions. Der hypothetische Charakter dieser Rekonstruktion kommt darin zum Ausdruck, daß der Schnittpunkt aller Stammeslinien der Tiere mit dem Menschenstamm nur durch punktierte Linien wiedergegeben ist. Führt man die Stammeslinien alle radienartig zurück bis zu ihrem Ursprungszeitalter, dann erhält man lediglich „Stammgarben“ und keinen Stammbaum. Die Zahlen bedeuten: 1 Neunauge (Petromyzon); 2 Hai (Torpedo); 3 Stör (Acipenser); 4 Lungenfisch (Ceratodus); 5 Molch (Triton); 6 Brückenechse (Sphenodon); 7 Schnabeltier (Ornithorhynchus); 8 Opossum (Didelphys); 9 Maulwurf (Talpa); 10 Spitzhörnchen (Tupaia); 11 Maki (Halbaffe) (Lemur); 12 Meerkatze (Cercopithecus); 13 Schimpanse (Pan); 14 Mensch (Homo) (nach GÖRTTLER).

baum der Primaten aufzustellen, bei dem ja doch auf die verschiedensten, z. T. noch wenig studierten Merkmale sämtlicher Organsysteme Rücksicht genommen werden mußte. Gerade für die letzten Gruppen des Systems bestehen auch noch mancherlei Meinungsverschiedenheiten, wie die folgende Gegenüberstellung (aus HEBERER, 1952) zeigt:

## Superfamilia: Hominoidea (SIMPSON)

(nach SIMPSON)

- I. Familia: Parapithecidae
- II. Familia: Pongidae
  - 1. Subfamilia: Hylobatinae
  - 2. Subfamilia: Dryopithecinae
  - 3. Subfamilia: Ponginae
  - 4. Subfamilia: Australopithecinae
- III. Familia: Hominidae

(nach HEBERER)

- I. Familia: Parapithecidae
- II. Familia: Hylobatidae
- III. Familia: Pongidae
  - 1. Subfamilia: Dryopithecinae
  - 2. Subfamilia: Ponginae
- IV. Familia: Hominidae
  - 1. Subfamilia: Praehominidae
  - 2. Subfamilia: Euhomininae

Zumal auch für die neueren Funde aus dem Australopithecus-Kreis sind die Einteilungen noch im Fluß; so unterscheidet ROBINSON unter den Australopithecinen etwa 2 Genera, nämlich 1. *Paranthropus* (Kromdraai, Swartkrans) und *Meganthropus* (Java), und 2. *Australopithecus* (Taungs, Sterkfontein, Mazapan, *Meganthropus* von Ostafrika). Hier müssen weitere Funde abgewartet werden.

Vor allem ist auch immer noch eine Frage, inwieweit es sich wirklich um einen einfachen Stammbaum und nicht vielmehr um ein weitverzweigtes Stammgebüsch gehandelt hat, wie es heute teilweise wahrscheinlicher erscheint. Dies gilt insbesondere für den Kreis der höheren Primaten und der Hominiden, für den sich viele der aufgeführten Befunde kaum in ein einfaches Schema zwingen lassen. Wir dürfen wohl die meisten heute lebenden Genera, besonders die uns am meisten interessierenden Anthropomorphen, als Endglieder mehr oder weniger langer Entwicklungsreihen auffassen, die auf eine oder mehrere Stammformen zurückgehen (Abb. 27). Weniger als die ausgesprochenen Anthropomorphen scheinen sich in den meisten ihrer Merkmale die Hylobatiden spezialisiert zu haben. Engere Verwandtschaftsbeziehungen des Menschen zu den heute existierenden Anthropomorphen sind also nicht wahrscheinlich, denn diese letzteren haben sich einseitig einem ausgesprochenen Baumleben angepaßt, wodurch wesentliche Veränderungen in ihrem ganzen Körperbau hervorgerufen worden sind. Der Mensch nimmt vielmehr innerhalb der Primaten in mancher Hinsicht durchaus eine Sonderstellung ein. Immerhin ist zu erwähnen, daß Mensch und Anthropomorphen neben vielen anderen morphologischen Eigentümlichkeiten auch identische Plazentaformen besitzen (SELENKA) und daß nahe Bluteiweißverwandtschaft für engere Zusammenhänge spricht (STRAUCH, UHLENHUTH, NUTTALL, MOLLISON).

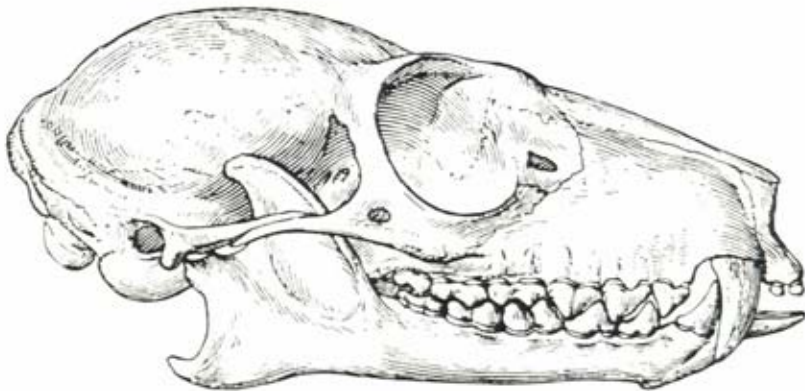


Abb. 30. Schädel von *Lemur varius*, von rechts gesehen. Natürliche Größe. Zu beachten ist die Art, wie der vorderste untere Prämolare ( $P_2$ ) an den scharf schneidenden Hinterrand des oberen Eckzahns anstreift, während der untere Eckzahn in den Schneidezahnabschnitt einbezogen und inzisiviform geworden ist. Ferner ist die Länge und die Schlankheit des Unterkiefers bemerkenswert, ebenso die Größe des Lacrimale (nach W. K. GREGORY).

Nach neueren Untersuchungen haben wir uns die allmähliche Entfaltung des ganzen Primatenstammes (Abb. 28, 29) ungefähr folgendermaßen vorzustellen:



Im unteren Miozän treten zunächst Formen auf, die man als *Pseudolemuriden* bezeichnet hat<sup>1)</sup>, an die sich im unteren Miozän die *Lemuriden* (Abb. 30) der Jetztzeit von Madagaskar anschließen. Die *Adapiden* (mit *Pelycodus* und *Notharetus* im Neocän von Nordamerika sowie *Cryptopithecus* und *Adapis* in Europa) und die *Archaeolemuriden* von Madagaskar sind im Stamm der Lemuriformen fossile Familien. Es ist zweifelhaft, wie weit diese Formen — mit einziger Ausnahme von *Tarsius*<sup>2)</sup> — für die Stammesgeschichte des Menschen in Frage kommen (HUBRECHT). Noch weiter zurück sind die Primaten wahrscheinlich an die Insektenfresser anzuschließen.

Der Stamm der *Chiromyiformen* findet sich mit der Familie der *Plesiadapiden* ebenfalls fossil im Untereocän Europas und Nordamerikas und wird von GREGORY den Insectivoren, von anderen mehr den Primaten nahestellt. Die Familie der *Chiromyidae* ist durch *Chiromys* auf Madagaskar vertreten, mit fossilen Formen (*Heterotypus* u. a.) in ihrer Stellung umstritten.

Zum 3. Stamm, den *Lorisiformen*, gehören *Galago*, *Lorys*, *Nycticebus*, *Arctocebus* und *Perodicticus*.

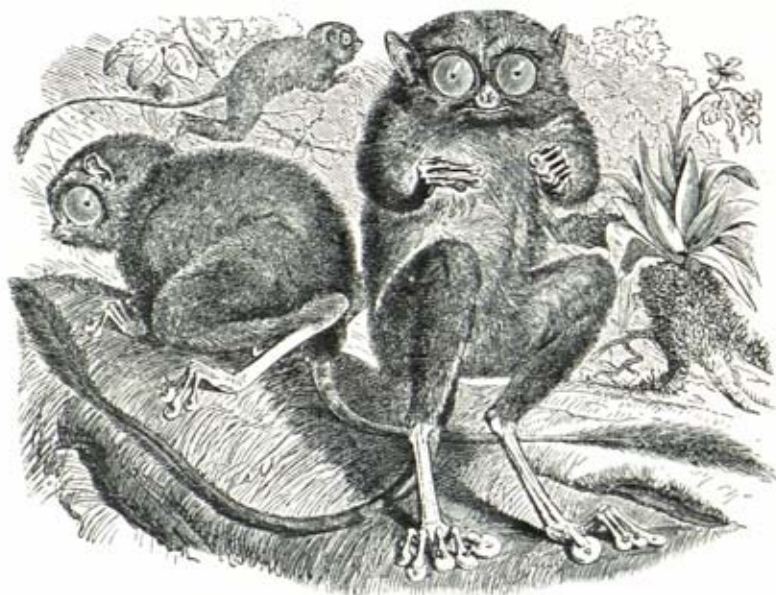


Abb. 31. *Tarsius* (aus BREHMS Tierleben).

Im Stamm der *Tarsiiformen* ist die Familie der *Tarsiiden* (Abb. 31) durch vielfache Übereinstimmungen mit den Anthropoiden und viele primitive Merkmale von besonderem Interesse. Die heutige Familie *Tarsius* zeigt auch manche spezialisierten Merkmale. Die Familie der *Anaptomorphiden* umfaßt fossile europäische und nordamerikanische Formen, die in mancher Beziehung an *Tarsius* erinnern. Aus tar-

<sup>1)</sup> SCHLOSSER bezeichnet die älteste Primatengruppe als *Mesodonta*, die in die *Pseudolemuroidini*, die *Paläopithecini* und die *Mixodontini* zerfallen. Aus den *Pseudolemuroidini* entwickeln sich die *Hyopsodontidae*, die *Nothartidae* und *Adapidae*, aus welchen letzteren die eigentlichen Lemuren hervorgingen. Die *Hyopsodontidae* ließen dann aus sich die *Cercopithecidae*, die *Nothartidae* aber die *Cebidae* und indirekt die *Anthropomorphae* und die *Hominidae* hervorgehen.

<sup>2)</sup> Vieles spricht dafür, *Tarsius* von den Lemuren abzutrennen. Nach SCHLOSSER sollen *Parapithecus* und *Moeripithecus*, die im Oligocän des Fayum gefunden wurden, tarsiide Affen mit den *Simiiden* in Verbindung bringen.

sus-ähnlichen Halbaffen sollen sich im Eozän die ersten primitiven Menschenaffen entwickelt haben.

Für die eigentlichen Affen sehen die einen (SCHLOSSER) Anaptomorphus als Ausgangsform an, während die anderen die Stammform der Simier unter den Lemuriformes suchen (LOOMIS). Notharctus wäre die Ursprungsform der südamerikanischen Cebiden (GREGORY), die europäische Gattung Adapis würde zu den Altweltaffen führen und die lebenden Lemuriden zusammen mit Notharctus und Adapis würden sich von einer in Nordamerika entstandenen unbekannten langköpfigen und omnivoren Form ableiten. Diesem nach Süden und Osten sich verbreitenden Strom der Urprimaten stünde ein anderer, ebenfalls in Nordamerika entstandener kurzköpfiger und herbivorer Stamm in den Anaptomorphiden zur Seite, die sich als Mikrochöriden nach Europa, in der Gattung Tarsius aber nach Südostasien verbreiteten. Wieder andere (BLUNT-SCHLI) leiten einen Teil der südamerikanischen Affen von afrikanischen Formen ab. Jedenfalls übereinstimmend wird die Heimat der Urprimaten in Nordamerika gesucht. Ihre Entstehungszeit soll die Wende der Kreidezeit zum Tertiär, vielleicht auch eine noch etwas frühere Zeit sein.

In der weiteren Entwicklung der Primaten scheiden die Platyrrhinen (Abb. 32) aus der Vorfahrenreihe der Anthropomorphen offenbar aus. Ihre Heimat ist Amerika, wo sie eine Sonderentwicklung genommen haben. Die Hominiden stehen vielmehr stammesgeschichtlich in einer Reihe mit den Kattarrhinen der Altwelt.

Im Gegensatz zu dieser Auffassung verlegte AMEGHINO (1906 und 1900) die Heimat sämtlicher Primaten, einschließlich der Anthropomorphen, nach Südamerika.

Der im unteren Eozän Patagoniens gefundene Homunculus sollte die Urform der gegenwärtig nur in der alten Welt lebenden Cercopitheciiden sein. Die von Pitheculites abstammenden, im oberen Eozän Patagoniens auftretenden Homuncultiden (Homunculus, Anthropops und Pitheculus) betrachtete AMEGHINO als die nächsten Verwandten des Menschen in der direkt aufsteigenden Linie, da sie in einer Reihe von Merkmalen dem Menschen näherstehen sollen als den Anthropomorphen. In Wirklichkeit handelt es sich aber um Cebiden. Es sind ferner von allen diesen Formen nur spärliche Bruchstücke vorhanden. Der sog. Tetraprothomo, der als direkter Vorfahr des Menschen bezeichnet wurde, ist nur durch ein unvollständiges Femur vertreten, das nach neueren Untersuchungen nicht einmal einem Primaten angehört; Diprothomo hat sich als eine



Abb. 32. West-(Neuwelt-)Affe: Weißkopffaffe (Saki, *Pithecia pithecia*). Phot. G. M. DYOTT.

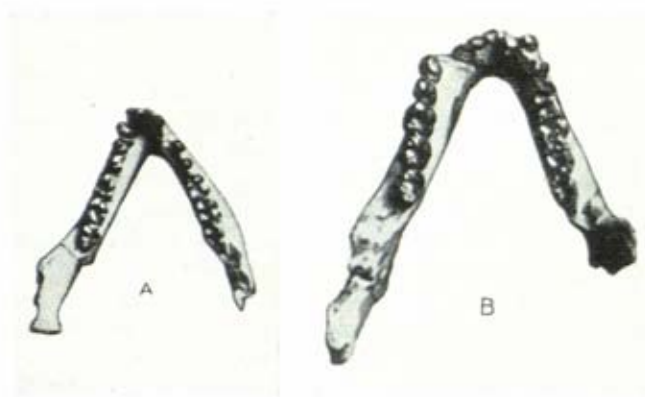


Abb. 33. A = *Parapithecus*, B = *Propithecus* (nach GREGORY und HELLMANN).  
Nat. Gr.

unrichtige Konstruktion eines *Homo sapiens* angehörenden Schädelfragmentes erwiesen (SCHWALEE 1910, HRDLIČKA 1912).

Unter den *Katarrhinen*, in deren Kreis auch die *Anthropoiden* gehören, sind die *Parapithecidae* fossil. Besonders der Unterkiefer von *Parapithecus Fraasi* (SCHLOSSER) aus dem Oligozän von Fayum in Ägypten verdient für sie hervorgehoben zu werden (Abb. 33). Bestimmter Formähnlichkeiten dieses Unterkiefers wegen wird *Parapithecus* an den Übergang von den *Anaptomorphiden* und *Tarsiiden* zu den *Simiiden*, namentlich zu *Pliopithecus* gestellt. Manche rechnen *Parapithecus* auch bereits zu den *Anthropomorphen*, für die seine Zugehörigkeit jedoch fraglich ist. Bei den *Cynopithecidae* (Hundsaffen) handelt es sich um die umfangreiche Gruppe der altweltlichen Paviane, Makaken, Meerkatzen, Stummel- und Schlankaffen (Abb. 34). In dieser Gruppe scheinen die Schlankaffen (*Colobus*, *Semnopithecus*, *Nasalis*) in mancher Bezie-



Abb. 34. Rauho-Rhesus, *Simia lasiotis* GRAY (Stamm: *Cynopithecidae*).



hung primitiver als die übrigen. Fossil kommen hierher gehörende Formen in Europa, Asien und Afrika vor; die Form *Semnopithecus*, welche lebend noch in Südasiens anzutreffen ist, findet sich fossil im Pliocän von Montpellier, von Casino in Toskana und bei Messina. Die Form *Mesopithecus pentelici* (Abb. 35) ist durch zahlreiche Schädel und fast alle Skeletteile aus Pikermi am Unter-

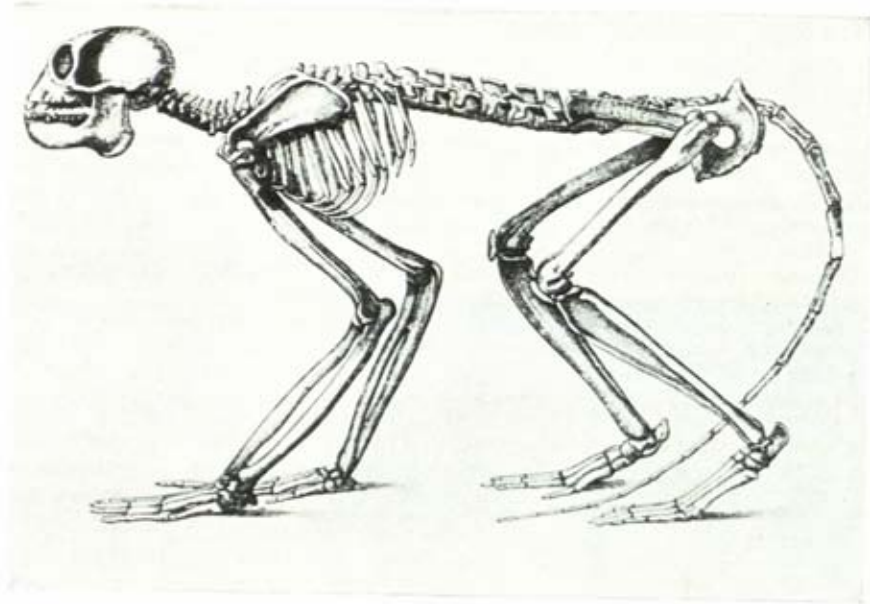


Abb. 35. *Mesopithecus pentelici* (nach GAUDRY).

pliocon (Pliozän) in Griechenland bekannt. Die Form *Dolichopithecus ruscensis* wurde aus dem Pliozän von Perpignan (Südfrankreich), *Lybipithecus* aus dem Mittelpliozän Ägyptens geborgen. Auch aus Ungarn, Südrussland und

Persien sind Reste dieser weitverbreiteten, fossilen Affenart bekannt geworden. Auch *Oreopithecus bambolii* (SCHWALBE) ist eine fossile, aus dem oberen Miozän oder unteren Pliozän stammende Form; sie wird an die Basis der menschenähnlichen Affen nach Gebißmerkmalen sogar in den Hominidenzweig gestellt.

Für die Unterscheidung der Plathyrrhinen und Kattarrhinen wird folgende Zusammenstellung gegeben (KÄLIN) (S. 68).

In der Familie der Simiidae (Menschenaffen), die nun schon in nächster Nähe der Hominiden steht, ist der Fund einer als *Propliopithecus* bezeichneten Form im Oligozän von Fayum von größter Bedeutung (Abb. 33), weil sie einem



Abb. 36. Stammbaum der Primaten.

Platyrrhina	Katarrhina
1. Drei Prämolaren Zahnformel: $\frac{2.1.3.3}{2.1.3.3}$ (Callithricidae) oder $\frac{2.1.3.2}{2.1.3.2}$ (Cebidae)	1. Zwei Prämolaren Zahnformel: $\frac{2.1.2.3}{2.1.2.3}$
2. Paukenbein bildet kurzen, ringförmigen äußeren knöchernen Gehörgang (Anulus tympanicus)	2. Paukenbein bildet lange Rinne des äußeren knöchernen Gehörgangs
3. Bulla tympani (Paukenblase) aufgebläht	3. Bulla tympani nicht oder höchstens andeutungsweise aufgebläht
4. In der Seitenwand des Schädels Naht zwischen Schläfenbein und Stirnbein vorherrschend	4. In der Seitenwand des Schädels Naht zwischen Jochbein und Scheitelbein vorherrschend
5. Öffnung zwischen Augenhöhle und Schläfengrube groß	5. Öffnung zwischen Augenhöhle und Schläfengrube klein
6. Mutterkuchen primäre Discoplacenta	6. Primäre und sekundäre Discoplacenta

cebusähnlichen Vorstadium der Simiiden und Hominiden zu entsprechen scheint. Er ist (nach SCHLOSSER) der Vorfahr der Hylobatiden, und dementsprechend *Pliopithecus* (1937 von LARTET entdeckt) aus dem Miozän nur eine Übergangsform.

Neben *Pliopithecus* findet man im unteren Miozän noch *Oreopithecus*, der zu den Katarrhinen führt, und *Dryopithecus*. Im oberen Miozän (oder Pliozän) tritt dann eine dem *Semno-*



Abb. 37. Gibbon (*Hylobates hoolock*)  
Phot. W. S. BERRIDGE.



Abb. 38. Siamang, *Symphalangus syndactylus*  
DESM.

pithecus nahestehende Form — Mesopithecus — auf, die aber auch Verwandtschaft mit den Makaken zeigt. Die Siwalikfauna (Indien), die der gleichen Periode angehört, hat hier verschiedene Spezies geliefert, von denen zwei, Palaeopithecus und Sivapithecus, Merkmale aufweisen, die deutlich zu den rezenten Anthropomorphen weiterleiten. WEIDENREICH (1943) nimmt an, daß die Vorstufen der Hominiden (Proconsul) schon vor der Differenzierung der Dryopithecusformen ihre Sonderentwicklung eingeschlagen haben; nach LE GROS CLARK (1950) haben sich die Hominiden spätestens im Oligozän von den Cercopitheciden getrennt.

Unter den heute lebenden Anthropomorphen gehören Gibbon (Hylobates), Siamang, Orang-Utan, Schimpanse und Gorilla nach manchen Zügen sicher enger zusammen (Abb. 36). In anderer Beziehung sind sie teilweise jedoch sehr weitgehend spezialisiert, so daß ihre Unterscheidung mindestens als Arten, wahrscheinlich sogar als Genera angebracht ist. Der Gibbon ist unter den Anthropomorphen in mancher Beziehung (Blutstruktur u. a.) unentwickelt geblieben, in anderer (Extremitätenausbildung) für ein Hangelleben weitestgehend

spezialisiert (Abb. 37). Der Siamang (Symphalangus syndactylus) steht ihm so nahe, daß er nicht unbedingt sicher als eine besondere Art von ihm abgetrennt werden kann. Er zeichnet sich vor den übrigen Hylobatiden hauptsächlich nur durch eine Symphalangie zwischen zweiter und dritter Zehe aus, wie sie auch beim Menschen als einzelnes Erbmerkmal vorkommt (Abb. 38). Das Verbreitungsgebiet der Hylobatiden und des Siamang ist Hinterindien und die zugehörige Inselwelt.

Von den drei anderen Anthropomorphen steht der Orang-Utan, der sich in mehreren Rassen auf Borneo und Sumatra verbreitet, dem Menschen offenbar am fernsten (Abb. 39). Sein Name bedeutet zwar, wörtlich übersetzt, „Waldmensch“. Er sieht auch tatsächlich dem Menschen in mancher Beziehung ähnlich. Durch ein ausgesprochenes Baumb Leben ist er jedoch derart



Abb. 39. Sumatra-Orang. Zool. Garten Philadelphia (aus Hooton).

spezialisiert, daß auch seine Differenzen dem Menschen gegenüber relativ beträchtlich erscheinen. Zudem besitzt er einen sehr starken Geschlechtsdimor-



phismus. Die Männchen sind erheblich größer als die Weibchen, sie bringen auch Muskelkämme zur Ausbildung.

Die beiden afrikanischen Anthropomorphen, der Gorilla und der Schimpanse, stehen heute unter allen Affenarten dem Menschen am nächsten, so nahe in mancher Beziehung, daß sie mit ihm unter den Oberbegriff „Summoprimaten“ (WEINERT) zusammengefaßt worden sind. Dieser Begriff, der als derjenige einer „Erbeinheit“ gedacht ist, ist aber neben den übrigen schon bestehenden Begriffen sicher verfehlt. Die Unterschiede zwischen Mensch und Affen sind heute derart beträchtlich, daß für die gegenwärtigen Formen eine Zusammenfassung im Sinn der „Summoprimaten“ nicht mehr konstruiert werden kann. Schimpanse und Gorilla sind mindestens dem Orang-Utan, in mancher Beziehung auch sogar den Hylobatiden, ähnlicher als dem Menschen; Gorilla, Schimpanse (Pan) und Orang-Utan (Pongo) sind auch ihrerseits wieder zu einer besonderen Gruppe der Pongiden zusammengefaßt



Abb. 40. Schimpanse (nach KOHRTS).

worden, die dann weiter mit Parapithecus und den Hominiden zu den „Hominoiden“ (SIMPSON) zusammengestellt wurde. Außerdem haben die neuesten Funde erwiesen, daß eine selbständige Erblinie des Menschen offenbar sehr viel weiter in die Erdgeschichte zurückgeht als bisher angenommen werden konnte. So führt STRAUS (1949) 15 Merkmale auf, in denen die Affen der Alten Welt dem Menschen näherstehen als die Menschenaffen, so die Reihenfolge des Durchbruchs der Milchzähne, die späte Obliteration der Schädelnähte, die Symphysenform des Unterkiefers, die Hand- und Fußmuskulatur u. a. Daß in früheren Zeiten allerdings vielleicht einmal eine nähere Beziehung des Menschen zu den Vorformen des Gorilla und speziell des Schimpansen als zu denen

des Orang-Utan oder gar der Gibboniden bestanden haben könnte, erscheint möglich. Im Kreis der Pongiden sind hominide, im Kreis der Hominiden pongide Merkmale zur Ausbildung gekommen. Der Schimpanse (Abb. 40) ist unter den heutigen Menschenaffen der kleinste, sonst aber der menschenähnlichste. Der Gorilla (Abb. 41) ist der größte heute lebende Affe und führt auch kein Baumleben mehr; er hat in solchen Zusammenhängen manche Übereinstimmungen mit dem Menschen entwickelt, während er ihm in der Gesamtheit seiner Merkmale wohl etwas ferner steht als der Schimpanse.

Ein „Genus“ *Bonobo* mit der „Species“ *Bonobopanicus*, die in mancher Beziehung vom Schimpansen abweichen sollen, werden als solche bestritten (SCHULTZ).

Ein ähnliches Interesse, wie für die Familie der Simiiden ganz allgemein die Gruppe um *Pliopithecus*, *Propithecus*, *Oreopithecus* und *Dryopithecus* aufweist, besitzen für die Geschichte speziell der Hominiden die Gruppe um *Proconsul* sowie der *Australopithecus*-Kreis. Für den *Pithec-anthropus*-Kreis steht dann bereits fest, daß er zweifellos zu den Hominiden zu rechnen ist.

Bei *Proconsul africanus* handelt es sich um eine Vorform, die speziell dem Schimpansen, mehr noch dem Menschen nahestellt wird; sie stammt aus einer größeren Fundgrube auf der Insel Rusinga an der Ostseite des Viktoria-Sees. Dort sind bis 1948 insgesamt Reste von 226 Hominoidea, 13 Cercopithecoidea und 13 Galagina ans Tageslicht gebracht worden, darunter auch der Schädel des *Proconsul* (Abb. 42, 43). *Proconsul nyanzae* unterscheidet sich von *Proconsul africanus* durch zahlreiche quantitative Gebißmerkmale und die Proportionierung der Mandibulae, *Proconsul major* reicht in seiner Größe geradezu an Gorilla heran. Auch *Sinopithecus* und *Limnopithecus* wurde mit *Proconsul* gefunden. Die Funde besitzen ein Alter von rund 20 bis 30 Millionen Jahren (Untermiozän); sie fallen besonders auf durch ihren erstaunlichen Formenreichtum, dabei noch keine Spezialisierung zu Hanglern oder Schwingkletterern, wie sie etwa der spätere Schimpanse zeigt. Sie lebten auf dem Boden. Man neigt angesichts dieser Verhältnisse dazu, heute in dem Kreis um *Proconsul*, d. h. bei den Rusinga-Formen, die Vorfahren des Menschen zu suchen und zu vermuten, daß sich die Pongiden bereits im Pliozän aus einem gemeinsamen Wurzelstock mit den Hominoiden ausgegliedert haben (KÄLIN). Sicheres läßt sich naturgemäß bei dem bisherigen Stand der Funde nicht aussagen.



Abb. 41. HANS MAYERS Gorilla (Naturhist. Hofmuseum Wien).

Die folgende Tabelle stellt die Proconsul-, die Australopithecus- und die Pithecanthropus-Sinanthropus-Gruppe in ihren wichtigsten äffischen und menschlichen Merkmalen einander gegenüber, um damit eine Beurteilung der einzelnen Gruppen in ihrer Zwischenstellung übersichtlich zu ermöglichen:

	Äffische Merkmale	Menschliche Merkmale
Proconsul africanus	Kleiner Gehirnschädel mit fliehender Stirn Sehr einfache Gehirnwindungen (im Abdruck erkennbar) Schnauzenbildung	Fast fehlende Überaugenwülste. Kein Schädelkamm Einfache Zahnkronen und menschlich geformte Backenzähne Fehlende Basalplatte am Unterkiefer. Gesicht breit, Schnauze dazu relativ kurz
Australopithecus-gruppe	Fliehende Stirn Knochenkamm bei Paranthropus Vorstehende Nase  Schnauzenartiges Untergesicht Kinnloser Unterkiefer Keine Spina mentalis Form des Oberkieferendes  Große Zahnwurzeln Frühes Dauergebiss Hinterhauptwulst	Fehlende Überaugenwülste Über dem Nasion gelegener Stirnhirnpol Einziehung der Nasenwurzel Steilgestellte Augenhöhlenränder Hochansetzende Jochbögen Deutliche Warzenfortsätze Relativ kurzes Untergesicht  Hohe Unterkieferäste  Gebiss: Parabolischer Zahnbogen, geschlossene Zahnreihe ohne Diastema. Kleine Schneide und Eckzähne. Menschliche Zahnfolge. Flache Zahnhöcker Vorgeschobenes Hinterhauptsloch. Beckenform Menschlich gebaute Oberschenkelknochen
Pithecanthropus-Sinanthropus-Gruppe	Fliehende Stirn, aber steiler als beim Affen  Diastema  Dicke Schädelknochen Kinnloser großer Unterkiefer Überaugenwülste vorhanden Einziehung des Stirnbeins hinter der Orbita Kleiner Warzenfortsatz Flache Nasenbeine Augendach vor der Calotte	Bei Sinanthropus relativ steile Stirn Gering vorgeschobenes Untergesicht Kleine Eckzahnwurzeln und Eckzähne Kontinuierlicher parabolischer Zahnbogen mit kleinen Eckzähnen Schuppennaht am Os temporale Gruben für das Unterkiefergelenk Spina mentalis am Unterkiefer, aber schwache Überaugenwülste Deutliche Arterieneindrücke am Schädel Keine Knochenkämme Deutlicher Nasenstachel  Beckenform Menschlicher Oberschenkelknochen



Günstiger für eine Beurteilung liegen die Verhältnisse für die *Australopithecus*-Gruppe, für die gerade in den letzten beiden Jahrzehnten eine große Anzahl relativ gut erhaltener Formen geborgen worden ist. Im einzelnen gehören in diese Gruppe (nach dem Fundjahr geordnet) folgende Formen (Abb. 44):

1. *Australopithecus africanus* (DART), 1924 von Taungs (Abb. 45).
2. *Paranthropus robustus* (BROOM) 1936 bei Kromdraai (Abb. 46).
3. *Plesianthropus transvaalensis* (BROOM) seit 1936 bei Sterkfontein in systematischen Grabungen mehrere Funde, davon die Schädelbruchstücke als S 1 bis S 8 bezeichnet, am vollständigsten S 5 vom 18. 4. 1947 (Abb. 47). Auch Bruchstücke der Körperknochen sind hier gefunden, und zwar Bruchstücke von Schulterblatt und Oberarmbein, Wirbelsäule, Rippen, ferner Becken (Abb. 48) und Oberschenkelknochen. Insgesamt handelt es sich um 5, zum Teil gut erhaltene und 8 schlecht erhaltene Calvarien, 4 zum Teil bruchstückhafte Mandibeln und etwa 200 Zähne beider Dentitionen, Reste von insgesamt ca. 100 Individuen.
4. *Australopithecus prometheus* (DART), 1947 von Makapansgat, dazu 6 verschiedene Fundnummern.
5. *Paranthropus crassidens* (BROOM), 1948 von Swartkrans (Abb. 49) (2 zum Teil verdrückte Calvarien und Bruchstücke von 6 weiteren Schädeln, 1 Kinderschädel, 3 Unterkiefer, 4 Gehirnausgüsse, etwa 200 Zähne, 10 Metacarpi I, 1 Radiusfragment und 1 Beckenbruchstück, insgesamt Reste von 10 Individuen).
6. *Telanthropus capensis* (ROBINSON), 1949 von Swartkrans, bestehend aus 1 Unterkiefer und Oberkieferstück.

Den Funden im *Australopithecus*-Kreis wird insgesamt ein Alter von rund einer Million Jahre zugeschrieben (teils Frühpleistozän, teils Oberpliozän). In-



Abb. 42. Schädel von *Proconsul*  
(nach LE GROS CLARK und LEAKEY).

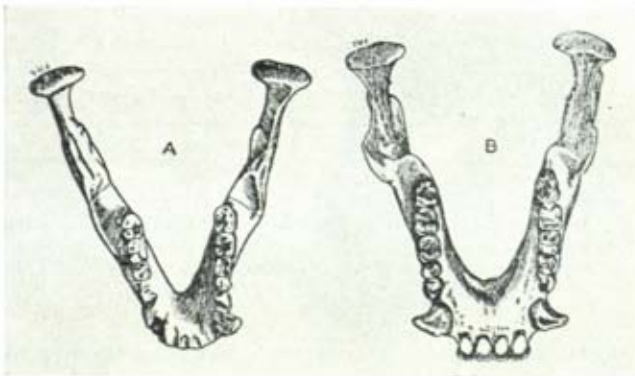


Abb. 43. Unterkiefer des *Proconsul* (A) verglichen mit dem eines Schimpansen (B),  
 $\frac{1}{3}$  nat. Gr., nach LE GROS CLARK.

Dem *Proconsul* fehlt, wie sonst nur dem Menschen, eine Verdickung auf der Innenseite des Unterkieferknochens, die als „Affenwulst“ für Affen bezeichnend und bei dem Unterkiefer des Schimpansen deutlich zu sehen ist.

wieweit die einzelnen Formen ihre, z. T. ja bereits auf den Menschen bezüglichen Namen wirklich mit Recht tragen, muß fraglich erscheinen. Vor allem ist der Begriff „Prometheus“ für den *Australopithecus*-Fund von 1947 wohl nicht völlig eindeutig. Die als Feuerspuren gedeuteten Knochenverfärbungen könnten auch durch Metalleinlagerungen aus dem umgebenden Erdreich verursacht sein (mündliche Mitteilung von v. KOENIGSWALD). Darüber hinaus sind jedoch die un-

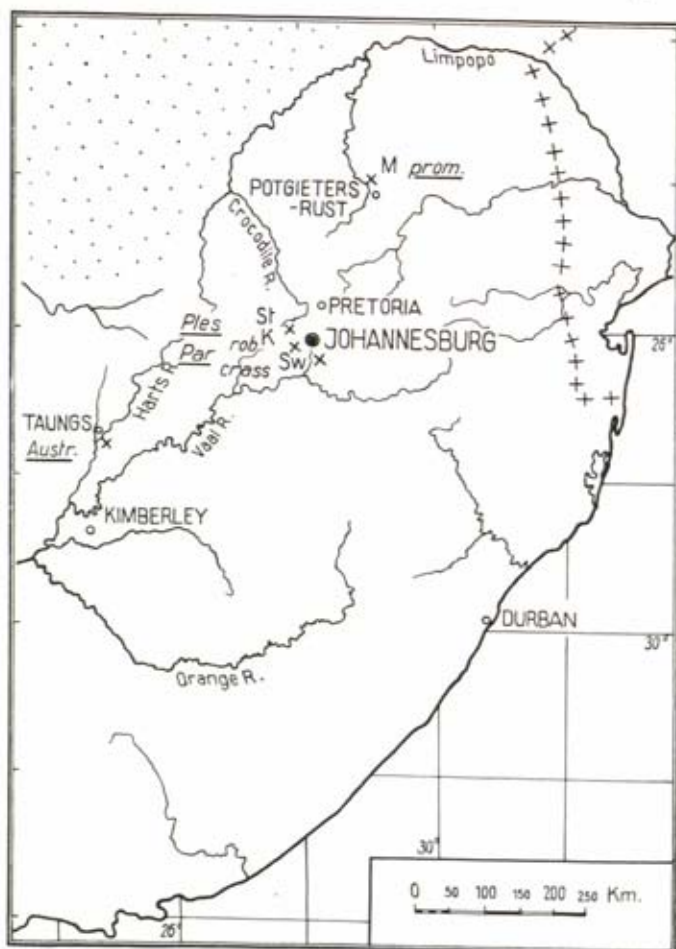


Abb. 44. Die Fundplätze in Südafrika (nach R. M. SAUTER).

M Makapansgat mit *Australopithecus prometheus* (nach DART), St Sterkfontein mit *Plesianthropus transvaalensis* (nach BROOM), K Kromdraai mit *Paranthropus robustus* (nach BROOM), Sw Swartkrans mit *Paranthropus crassidens* (nach BROOM), T Taung mit *Australopithecus africanus* (nach DART).

mittelbaren Vorfahren des Menschen fraglos in der *Australopithecus*-Gruppe zu suchen oder mindestens bei Formen, die dieser Gruppe sehr nahegestanden haben. Die *Australopithecinae* sind aufrecht gegangen wie der heutige Mensch. Sie hatten eine Schädelkapazität zwischen 500 und 750, sogar 1100 ccm (BROOM für den *Paranthropus crassidens* von Swartkrans, Transvaal), die höher ist als bei allen heute lebenden Affenarten und die sich mit dem Schwankungsbereich der

Schädelkapazität bei der *Pithecanthropus*-Gruppe teilweise überschneidet. Bei einer Körpergröße von etwa 150 cm sind die *Australopithecinen* offenbar aufrecht gegangen. Interessant ist auch, daß die *Australopithecinae* anscheinend Fleischfresser waren. Sie trieben Jagd auf Paviane und schlugen den erlegten Pavianen mit Antilopenknochen die Schädel in immer der gleichen Weise ein, um offenbar zum Verzehr der Gehirnmasse zu gelangen. Zudem ernährten sie sich (nach Höhlenfunden) auch von jungen Antilopen, Springhasen, Nagern, Schildkröten, Eidechsen und Flußnattern. Der Scheitelkamm bei *Paranthropus crassidens* freilich und ein übergroßer Unterkiefer (Abb. 50) läßt die Einordnung mindestens dieser Form in die Linie zum Menschen fraglich erscheinen; ihre Körpergröße hat 180 bis 190 cm betragen! Die *Telanthropus-Mandibula* steht vielleicht (als kleine Variante) dem *Paranthropus crassidens* nahe.

Während für die *Australopithecus*-Gruppe fraglich sein kann, wie weit sie noch Affe, wie weit sie bereits Mensch umfaßt, ist die *Pithecanthropus-Gruppe* als höhere Entwicklungsstufe eindeutig in den Bereich der Hominiden zu rechnen. Allerdings gehören in diese Gruppe ähnlich heterogene Formen wie

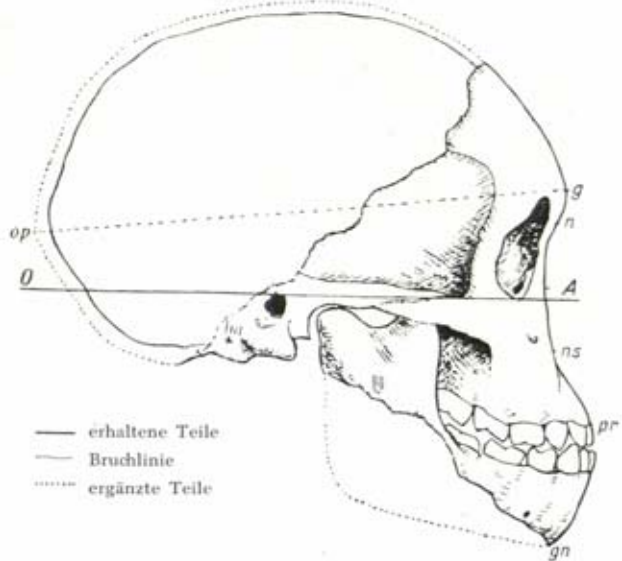


Abb. 45. „*Australopithecus africanus*“, der kindliche Schädel von Taungs, Südafrika (nach DART).

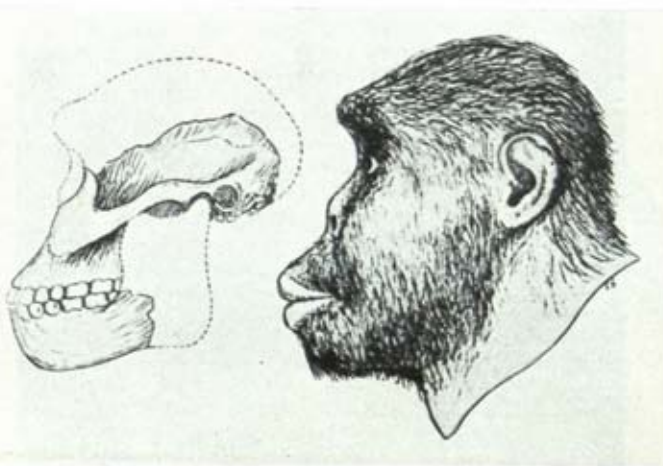


Abb. 46. Links die Rekonstruktion des *Paranthropus*-Schädels. (Die erhalten gebliebenen Knochenteile wurden vom Verfasser hervorgehoben.) Rechts die darauf begründete Wiederherstellung des ganzen Kopfes. (Beides von BROOM.)



anscheinend in die Proconsul- und auch in die Australopithecus-Gruppe. Folgende Einzelfunde werden der Pithecanthropus-Gruppe zugeschrieben:

1. *Pithecanthropus erectus* I, die klassische Trinilkalotte (Abb. 51) 1891 von DUFOIS gefunden (Kapazität ca. 935 ccm), dazu Zähne, Oberschenkelknochen (Abb. 52).
2. *Pithecanthropus* II, ein Gehirnschädel von Sangiran (Kapazität 775 ccm), 1936 von v. KOENIGSWALD gefunden.
3. *Pithecanthropus* III, Teile eines Kinderschädels.



Abb. 47. Der Schädel von Sterkfontein: Plesianthropus S. 5. Der Schädel war zerbrochen. Es ist nicht leicht, auf der Photographie erhaltene Knochenteile vom Kalkgestein zu unterscheiden. (Aufn. LE GROS CLARK, Oxford.)

4. *Pithecanthropus* IV, robustus (WEIDENREICH), Schädeldach und Unterkiefer eines männlichen Individuums von Sangiran (Kapazität etwa 900 ccm) (Abb. 53).
5. Modjokerto auf Java, ein Säuglingsschädel, der vielleicht älter ist als *Pithecanthropus* und in seiner Zugehörigkeit zu dieser Gruppe nicht ganz feststeht.
6. *Sinanthropus pekinensis*, nach einem Zahnfund 1927 von DAVIDSON BLACK aufgestellt.
7. Chou-Kou-Tien bei Peking, als *Sinanthropus* bezeichnet. Reste von rund 60 Individuen, einer Kannibalenmahlzeit entstammend. Besser erhalten sind unter diesen Resten die Schädel I—IV. Die Funde sind ab 1929 gemacht worden und gingen in den Wirren des 2. Weltkrieges wieder verloren (Abb. 54).
8. *Africanthropus njarasensis*, nach KOHL-LARSEN/WEINERT, 1939, vom Njarasa-See in Ostafrika, ein Schädelfragment, umstritten.

9. *Pithecanthropus soloensis* (WEIDENREICH) vergleiche S. 86.
10. Ferfina (bei Maocara, Oran, Nordafrika), 1954 gefunden, 2 Unterkieferbruchstücke, die angeblich zur *Pithecanthropus*-*Sinanthropus*-Gruppe gehören.



Abb. 48. Becken des Plesianthropus (links), eines Buschmannes (rechts) und eines Schimpansen (Mitte). (Aus Ill. London News, Sept. 13, 1947.) Das Plesianthropusbecken gleicht dem des Buschmannes und weicht von demjenigen des Schimpansen grundsätzlich ab.

Auch einige Funde auf europäischem Boden werden morphologisch dem Pithecanthropus-Kreis nahestellt, nämlich

11. der *Homo Heidelbergensis*, ein Unterkiefer von Mauer bei Heidelberg, der 1907 von SCHOETENSACK beschrieben wurde, es wird ihm ein Alter von etwa 300 000 bis 500 000 Jahren gegeben (Abb. 55).
12. *Homo Steinheimensis*, von BECKHEMER beschrieben, 1933 in Steinheim a. d. Murr bei Stuttgart gefunden; ein Schädel, dessen Alter auf dasselbe wie bei Pithecanthropus, Sinanthropus und beim Mauer - Unterkiefer geschätzt wird, genauer 2. Zwischeneiszeit (Elster-Saale-Würmeiszeit) (Abb. 56).
13. Ein Fragment aus einem Schädeldach von Swanscombe aus den Schottern des unteren Themseales, 1937 gefunden, ist in seiner Datierung unsicher (Mindel-Riß-Interglacial).
14. Dem Schädelbruchstück von Fontéchevade, 1947 in Frankreich (Kultur: Tayacien) gefunden, wird ein Alter von etwa 200 000 Jahren gegeben (letztes Interglacial). Man rechnet es zu dem Kreis um Swanscombe, der wohl an denjenigen von Steinheim anschließt.

(*Eoanthropus Dawsoni* von Piltdown, Sussex (England). Der Fund war in seiner Zusammensetzung des Schädels ebenso wie in seiner Altersbestimmung sowie in seiner Zugehörigkeit zum Pithecanthropuskreis seit jeher stark umstritten. Neuerdings ist er eindeutig als Fälschung festgestellt worden.)

Endlich sind neben dem klassischen Pithecanthropus noch einige spezialisierte Formen zu besprechen, nämlich

15. *Meganthropus africanus*, ein Oberkieferbruchstück mit Zähnen

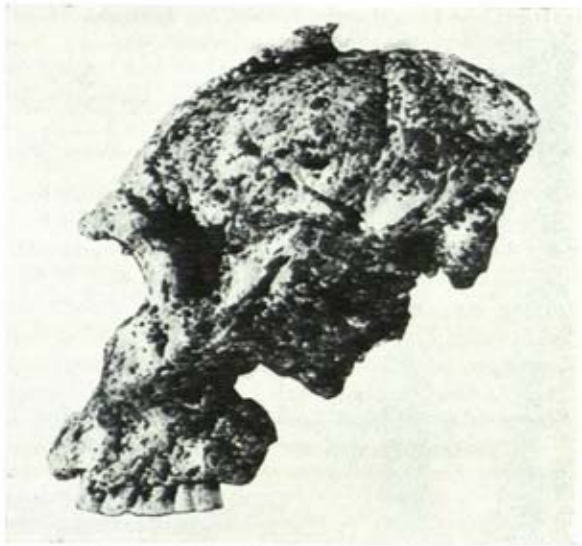


Abb. 49. Schädel des *Paranthropus crassidens* (Knochenkamm!). (Nach BROOM.)

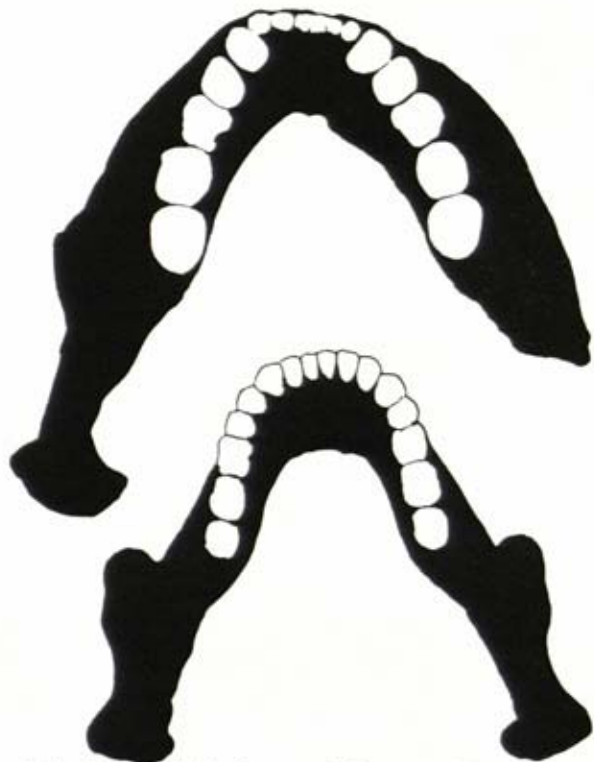


Abb. 50. Vergleich der männlichen Mandibula von *Paranthropus crassidens* (oben), mit dem Heidelberger Unterkiefer (unten).  $\frac{1}{2}$  natürliche Größe. Aus HEBERER (1952).

1939 von KOHL/LARSEN in Ostafrika gefunden. Wird von ROBINSON zu den Australopithecinen (*Plesianthropus*) gerechnet.

16. *Meganthropus paläojavanicus*, 2 Unterkieferstücke, die v. KOENIGSWALD 1936 und 1941 bei Sangiran auf Java fand, von ROBINSON ebenfalls zu den Australopithecinen (*Paranthropus*) gerechnet und schließlich
17. *Gigantopithecus* bzw. *Gigantanthropus*, einzelne sehr große Zähne, die v. KOENIGSWALD 1935 bzw. 1939 aus chinesischen Apotheken erwarb (Abb. 57).

Man wird in dem ganzen Pithecanthropuskreis zweckmäßigerweise 3 Gruppen unterscheiden, nämlich einmal die klassischen Pithecanthropusfunde, denen auch der *Sinanthropus* (*Pithecanthropus pekinensis*) beizuordnen ist, dann zweitens einige europäische Formen, die aus dem Pithecanthropuskreis zu recenteren Formen herausführen, und zuletzt die Sonderformen aus Afrika und von Java, die in mancher Beziehung als sehr ausgesprochene Spezialisierungen oder als Vorformen der klassischen Pithecanthropusgruppe aufzufassen sein dürften. Ganz sichere Aussagen lassen sich über diese Gruppierungen angesichts der doch verhältnismäßig geringen Anzahl vorliegender Funde nicht machen.

Interessant ist, daß aus dem unteren Diluvium nur 5 Funde sichergestellt sind, nämlich

1. Der Kinderschädel aus den Djetisschichten von Modjokerto (Java) (v. KOENIGSWALD).
2. *Pithecanthropus* (IV) *modjokertensis* (v. KOENIGSWALD) (= *Pithecanthropus robustus* WEIDENREICH) aus den Djetisschichten von Sangiran (Java).
3. Die beiden kleinen Unterkieferbruchstücke des *Meganthropus paläojavanicus* (v. KOENIGSWALD) von ebendaher.
4. *Sinanthropus pekinensis* (BLACK) aus den Nihovan-Schichten der Höhlen von Chou-Kou-Tien bei Peking.
5. Der Unterkiefer des *Homo Heidelbergensis* (SCHOETENSACK) von Mauer bei Heidelberg.



a) von oben



b) von links



c) von hinten

Abb. 51. Die klassische Pithecanthropus-Kalotte (DUBOIS).

Abb. 51, 53, 54, 56, 60, 65, 67, und 74 sind in etwa gleichem Maßstab verkleinert, so daß sie vergleichsweise die Größenunterschiede der verschiedenen Formen richtig wiedergeben, die übrigen Abbildungen sollen demgegenüber nur Formunterschiede aufzeigen.



Menschen durchaus nahe. Er ging aufrecht, er hatte eine Schädelkapazität zwischen 700 und 1100 ccm und eine Körpergröße von 165—170 cm, wie sie heute beim Menschen noch vorkommt. Er kannte und nutzte das Feuer und war im übrigen nach den Funden von Chou-Kou-Tien auch Kannibale; der ganze Peking-Fund stellt Reste offenbar einer Kannibalenmahlzeit dar. Auch hatte der *Sinanthropus* bereits eine gewisse Kultur; er benutzte Antilopenschädel als Trinkschalen und trug Steinwerkzeuge (aus Quarz) mit sich: In Chou-Kou-Tien wurden solche Werkzeuge aus einem Gestein gefunden, das in der dortigen Gegend nicht vorkommt, also eingeschleppt sein muß. Seiner ganzen Formgestaltung nach steht dem jedenfalls nichts im Wege, den *Pithecanthropus-Sinanthropus*-Kreis als echten *Pithecanthropus*, d. h. als eine Übergangsform zwischen *Pithecus* und *Anthropus* zu bezeichnen und ihn damit an die entsprechenden Formen aus dem Kreis des *Australopithecus africanus* anzuschließen, um von hier aus weiter zum recenten Menschen zu gelangen. Zeitlich freilich scheint eine derartige Einordnung nicht völlig gerechtfertigt. Das pliozäne Alter des *Pithecanthropus*, das DuBois annahm, wird heute fast allgemein bestritten, denn die Schicht, in der der Fund gemacht wurde, ist in das mittlere, höchstens in das untere Quartär zu verlegen (VOLZ, MARTIN, EBERT, SCHUSTER). Für *Sinanthropus* wird Mittelpleistozän angenommen. Aus diesen Gründen ist es auch sehr zweifelhaft, ob wir *Pithecanthropus* in die direkte Ahnenreihe des Menschen einstellen können und nicht vielmehr als einen ausgestorbenen Seitenzweig betrachten müssen. In Richtung einer ähnlichen Annahme weisen auch die europäischen Funde.

Unter den europäischen Funden aus dem *Pithecanthropus*-Kreis ist der massige Unterkiefer von Mauer bei Heidelberg mit seinem fehlenden Kinn und mit der großen Breite des aufsteigenden Unterkieferastes besonders auffällig. Er ist schwer unter die übrigen Funde einzureihen und nimmt vielleicht eine Sonderstellung ein. Er wurde in diesem Sinn auch als *Palaeanthropus heidelbergensis* (BONARELLI) bezeichnet. Eine Überraschung brachte auch der Schädelfund von Steinheim bei Stuttgart. Er erwies sich nämlich bei einer



Abb. 52. Oberschenkelknochen des *Pithecanthropus* (nach DuBois).



Abb. 53. Rekonstruktion eines *Pithecanthropus*-Schädels nach *Pithecanthropus IV robustus* (nach WEIDENREICH).



Abb. 54. Sinanthropus, von oben



a) von oben



b) von der Seite

Abb. 55. Unterkiefer von Mauer.

Schädelkapazität von 1100 ccm, das ist die obere Grenze der Sinanthropus-Pithecanthropusfunde, in wesentlichen Formbildungen als durchaus recent. Auch seine Stirnauwölbung ist wesentlich höher als beim Pithecanthropus und selbst beim Sinanthropus, der jedoch schon eine etwas mehr aufgewölbte Stirn besitzt als der Pithecanthropus. In Zusammenhang mit diesen Sondermerkmalen des Steinheimer Fundes bekommen auch die Funde von Swanscombe und von Fontéchevade ein besonderes Gewicht, das für sie als Einzel-funde zunächst nicht derartig besteht. Auch die letztgenannten Funde weisen in mancher Beziehung recente Eigentümlichkeiten auf. So werden sie zusammen mit dem Schädel-fund von Steinheim als Beweis dafür genommen, daß auf europäischem Boden schon vor der letzten Zwischenzeit eine menschliche

Gruppe existiert hat, die sapiens-ähnlicher war als der zeitlich jüngere Neandertalermensch, der eine Sonderentwicklung darstellt. Es wäre möglich, daß diese Formen zunächst nach Europa versprengt wurden von einem weiter östlich gelegenen Zentrum aus, in dem sich der Mensch vollends zum Sapiens entwickelte. In Europa sind derartige Frühformen ausgestorben; sie wurden zeitweise von dem Neandertalerverdrängt, bis dieser seinerseits ausstarb und dann von der letzten Welle des recenten Menschen in Europa überschichtet wurde.

Die dritte, dem Pithecanthropus nahestehende Gruppe um Meganthropus und Gigantopithecus scheidet nach unseren heutigen Kenntnissen aus der direkten Stammeslinie des Menschen wohl aus. Die hierher gehörigen Formen, größtenteils mit überraschend großen und teilweise auch überspezialisierten Zähnen (v. KOENIGSWALD), lassen vermuten, daß aus der Linie, welche zum heutigen Menschen geführt hat, zeitweise Riesenformen zur Entwicklung kamen, die wie andere Riesenformen, welche aus der Erdgeschichte bekannt sind, bald aus-



starben. Allerdings wurde gelegentlich auch die Anschauung geäußert (WEIDENREICH), daß aus solchen Riesenformen durch Verkleinerung, gewissermaßen durch Kultivierung und Zivilisierung, Formen wie der heutige Mensch geworden sein könnten. Sichere Anhaltspunkte und eine Kenntnis von Übergangsformen, welche solche Meinungen rechtfertigen würden, liegen heute noch nicht vor. Es ist auch die Berechtigung bezweifelt worden, angesichts der Variabilität aller Korrelationen bei den verschiedenen Merkmalen überhaupt aus großen Zähnen den Rückschluß auf eine Riesenform auch des Gesamtkörpers zu ziehen (HERRE). Möglicherweise steht ein Teil der hierher gezählten Formen auch den Pongiden nahe. Wenn die Gigantopithecusfunde der Anschauung ROBINSONS entsprechend in den Australopithecuskreis (speziell Plesianthropus) gehören, dann wäre damit das Vorkommen von Australopithecinen auch in Asien erwiesen. Für Australopithecus selbst scheint es sicher, daß er seiner Körpergröße nach kein „Riese“ war.

Der eigentliche Mensch, *Homo*, endlich ist in der obigen Aufstellung durch ein einziges Genus und zwei Species vertreten. Diese Auffassung entspricht am besten unseren heutigen Kenntnissen. Allerdings wird man die Species *Homo neander-*



Abb. 56a.

*talensis* ebenso wie den *Homo recens* in mehrere Rassen auflösen müssen. So wurde ein *Homo spensensis*, *Homo krapinensis* (*Homo antiquus* nach ADLOFF), *Homo mousteriensis* unterschieden; mit mehr Recht spricht man heute von einem *Homo primigenius europaeus*, *Homo primigenius asiaticus*, *Homo primigenius africanus* usw. (WEIDENREICH). Auch der *Homo Heidelbergensis* (*Homo amentalis* nach GORJANOVIČ - KRAMBERGER, *Palaeanthropus Heidelbergensis* nach BONARELLI) ist in den engeren Kreis des *Homo* (statt des *Pithecanthropus*) einbezogen worden, bald als gemeinsamer Vorfahr des Menschen und der Anthropomorphen (SCHOETENSACK und KLAATSCH), bald als Übergangsform, die von den Anthropomorphen abzweigt und zum Menschen führt (SCHWALBE). Ohne Zweifel ist aber der Unterkiefer von Mauer noch primitiver als derjenige des *Homo neanderthalensis*; da er einer älteren Periode angehört, wird man in *Homo Heidelbergensis* vielleicht den Vorläufer des *Homo neanderthalensis* erblicken können, den man hypothetisch in jedem Fall annehmen muß. Vielleicht ist er aber auch der Vorläufer eines fossilen *Homo sapiens*, eine Frage, zu deren Beantwortung die neuen Funde aus dem Pithecanthropuskreis beitragen dürften.



Abb. 56b.

Abb. 56. Schädel aus den diluvialen Schottern von Steinheim a. d. Murr (nach BERCKHEIMER).



In jedem Fall ist es unzulässig, aus Einzelformen stets neue Species zu konstruieren. Selbst die Berechtigung, solche als typische Vertreter einzelner Varietäten oder Rassen aufzufassen, muß bestritten werden, so lange die individuelle und sexuelle Variationsbreite dieser Form nicht bekannt ist. Die morphologischen Unterschiede, die man an den bis jetzt vorhandenen stratigraphisch sicher beglaubigten Einzelfunden des *Homo neandertalensis* feststellen kann, sind nicht derart, daß sie nicht in die individuelle, rassische oder sexuelle Variationsbreite ein und derselben Art

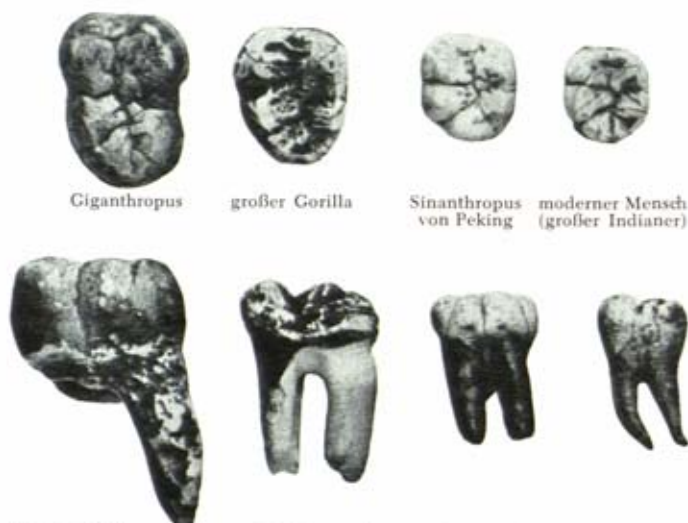


Abb. 57. Die linken unteren Weisheitszähne (M3) von oben und von der Seite.  $\frac{1}{1}$  natürliche Größe (aus HERSKOVITS).

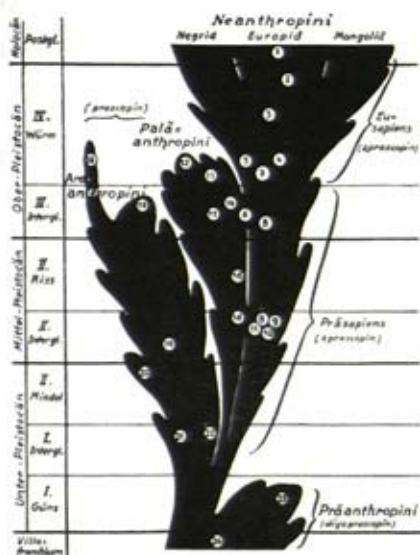


Abb. 58. Versuch eines Schemas der phyletischen Entfaltung der Euhomininae im Pleistocän 1 Bottendorf, 2 Oberkassel, 3 Cro-Magnon, 4 Combe Capelle, 5 Grimaldi, 6 Mount Carmel (Skhul), 7 Pildown, 8 Fontéchevade, 9 Swanscombe, 10 Galley Hill, 11 Quinzano, 12 Circeo, 13 La Chapelle aux Saints, 14 Ehringsdorf, 15 Saccopastore, 16 Steinheim, 17 Ngandong, 18 Eyasi, 19 Trinil, 20 Sangiran, (P. IV.), 21 Chou-Kou-Tien, 22 Heidelberg, 23 Kromdraai, 24 Makapan. — Die Flächen der Äste muß man sich mit einem höchst komplex verzweigten Netzwerk erfüllt denken, das die fortgesetzt sich kreuzenden und segregierenden Populationen symbolisiert. (Nach HERBERER.) Die Einreihung von Pildown ist inzwischen hinfällig geworden.

fallen könnten. Selbstverständlich ist es nicht ausgeschlossen, daß neue Funde uns mit weiteren menschlichen Arten bekannt machen. Zu all dem kommt auch noch die ganze Problematik des Artbegriffes in Abstammungsfragen überhaupt, die darin besteht, daß zahlreiche Übergangsformen zwischen den verschiedenen Stufen bestehen und daß

auch offenbar von verschiedenen Formen aus seit der Aufrichtung der menschlichen Vorformen im *Australopithecus*-Kreis immer wieder (im orthogenetischen Sinn) der Versuch gemacht wurde, zu menschlichen Formenbildungen zu gelangen. In diesem Zusammenhang wurde von einer Monogenese auf polycentrischer Basis (WEIDENREICH) gesprochen (Abb. 58, Abb. 59).

Für die zeitliche Einordnung der ersten Menschenformen nach ihren Kulturen sei zunächst der folgende Versuch einer geologischen Chronologietabelle (ergänzt nach H. OBERMAIER) gegeben:

Geologische Gegenwart		Jüngere Steinzeit und vorgeschichtliche Metallstufen	
Letzte Eiszeit (Würm-Eiszeit)	Spätglazial	Cervus elaphus <sup>2)</sup> Rangifer Tarandus	Azilien Magdalénien
	Hochglazial	Elephas primigenius Rhinoceros tichorhinus Myodes Ursus spelaeus	Solutréen Aurignacien
	Frühglazial	Felis spelaea Hyaena spelaea Cervus megaceros	Moustérien Spät-Levalloisien Jung-Acheuléen
Letzte Zwischen-Eiszeit (Riß-Würm)	Warme Stufe	Elephas antiquus Rhinoceros Merckii	Früh- und Mittel- Levalloisien Alt-Acheuléen Chelléen bzw. jün- geres Prämoustérien <sup>1)</sup>
Vorletzte Eiszeit (Riß-Eiszeit)	Kältezeit	Rangifer tarandus Elephas primigenius etc.	Kaltes Chelléen (?) bzw. Prämoustérien
Vorletzte Zwischen-Eiszeit (Mindel-Riß)	Warme Stufe	Elephas antiquus Elephas trogontherii Rhinoceros etruscus Ursus arvernensis Machairodus	Prächelléen bzw. ältestes Prämoustérien
Zweite Eiszeit (Mindel)	Kältezeit	Elephas trogontherii	Mittleres Clactonien
Erste Zwischen- Eiszeit (Günz-Mindel)	Warme Stufe	Rhinoceros etruscus Elephas meridionalis Equus stenonis	Abbevillien Früh-Clactonien
Erste Eiszeit (Günz)	Kältezeit		

Mehr in Einzelheiten, auch für die verschiedenen Erdteile, geht die beigefügte Tabelle (S. 84) nach KERN (1953).

Alle bisher bekannten Menschenformen stammen aus der jüngsten Erdperiode, dem Quartär. Einen Überblick dazu geben die nachfolgende Tabelle und die Liste der quartären Menschenreste.

<sup>1)</sup> Im zentralen Europa sind das für die westliche Zone charakteristische Chelléen und Acheuléen durch das jüngere Prämoustérien ersetzt. In Südeuropa spielten sich das jüngere Acheuléen, Moustérien und älteste Aurignacien noch unter warmen Klimabedingungen ab.

<sup>2)</sup> Von der Fauna sind nur die für die betreffenden Perioden besonders charakteristischen Formen aufgezählt.





### Liste der quartären Menschenreste

Die altpaläolithischen Formen werden dabei auch als Paläanthrope, die jüngeren als Neanthrope zusammengefaßt.

#### A. Altpaläolithikum:

1. **Präheulén** (ältestes Prämoustérien):  
Mauer bei Heidelberg (Baden): 1 Unterkiefer.  
Steinheim a. d. Murr (Württemberg): 1 Schädel ohne Unterkiefer.
2. **Wurm I - oder Riß - Wurm - Interglazial**:  
Neandertaler von Gánovce Hrádok (Slowakei).
3. **Acheuléen** bzw. **jüngeres Prämoustérien**:  
Taubach und Ehringsdorf bei Weimar (Thüringen): 1 Schädelkalotte, 1 Unterkiefer, 1 Kinderskelett und verschiedene Teilfunde aus der letzten Interglazialzeit.  
Klausen-Nische bei Neu-Essing (Niederbayern): 1 Molar.  
Krapina (Kroatien): Schädel- und Skelettreste von 21 Individuen.
4. **Ältestes Moustérien**:  
Cap Circeo (Italien): 1 Schädel (mit erweitertem Hinterhauptsloch) in systematischer Bestattung.  
Saccopastore bei Rom (Italien): 1 Schädel und 1 Schädel ohne Kalotte, aus der letzten Interglazialzeit.  
Le Moustier (Dordogne): Skelett (vielleicht Jungmoustérien).  
La Ferrassie (Dordogne): Skelettreste von zwei Erwachsenen und 4 Kindern.  
La Chapelle aux Saints (Corrèze): Ein fast vollständiges Skelett.  
Cova Nyra (Spanien): Schädelfragment.  
Sipka-Höhle (Mähren): Unterkieferfragment.  
Kiik-Koba-Höhle (Krim): Skelettreste von 1 Erwachsenen und 1 Kind.  
Palästina: 1 Stirnbein mit rechter Augenhöhle von Galiläa (= Tabgha). Ferner von Mount Carmel: 1 Kinderskelett und mehrere Skelette in Kalkblöcken, ebenso von Skhul und Tabun aus dem Levallois-Moustérien der letzten Interglazialzeit. Aus einer Höhle bei Nazareth (Djebel Kafzeh) Reste von 5 Individuen.  
Tedschik-Tasch (Usbekistan): Schädel eines 8jährigen Kindes.
5. **Jüngeres Moustérien**:  
Pech de l'Azé (Dordogne): Kinderschädel.  
La Quina (Charente): 1 Erwachsenen skelett, 1 Kinderschädel und zahlreiche Einzelreste.  
Petit-Puymoyen (Charente): Ober- und Unterkieferfragmente.  
Spy (Belgien): 2 Skelette.  
La Grotte de Saint-Brelade (Jersey): 13 Zähne.  
Gibraltar: 1 Erwachsenen- und 1 Kinderschädel aus der letzten Interglazialzeit.  
Höhle von Mugharet el 'Aliya (Tanger): Oberkieferfragment.
6. **Dem Altpaläolithikum im allgemeinen gehören an**:  
Fontéchevade (Südfrankreich) und Swanscombe (England).  
Neandertal (Reinprovinz): 1 Schädelkalotte und diverse Skelettreste.  
Malarnaud (Ariège): 1 Unterkiefer.

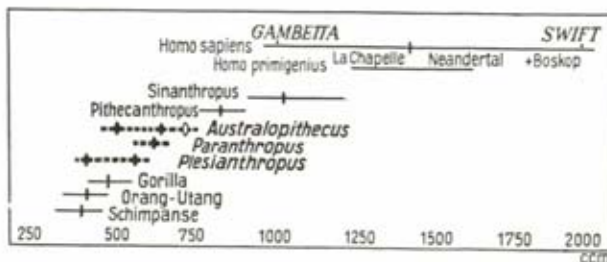


Abb. 59. Die Schädelkapazität im Übergang vom Affen zum rezenten Menschen (modifiziert nach BARBOUR). Die Kluft zwischen dem rezenten Affen und dem Menschen ist durch die fossilen Funde geschlossen, wobei *Paranthropus crassidens* in der Abbildung unberücksichtigt geblieben ist.

Arcy sur Cure (Yonne): 1 Unterkiefer.  
 Gourdan (Hautes-Pyrénées): 1 Unterkiefer.  
 La Naulette (Belgien): 1 Unterkiefer.  
 Bañolas (Nordspanien): 1 Unterkiefer.  
 Ochos (Mähren): 1 Unterkiefer (vielleicht jungpaläolithischen Alters).  
 Nordiran (Kaspisch-Seehöhen): Schädelreste von 3 Individuen.  
 Baisun bei Samarkant in Uzbekistan: Kinderskelett.  
 Ngandong (Java): 11 zerschlagene Gehirnschädel (ohne Schädelbasis), auch als *Pithecanthropus soloensis* (WEIDENREICH) bezeichnet.  
 Broken-Hill (Rhodesia/Südafrika): 1 Schädel und Skelett (Datierung wahrscheinlich zwischen letzter Interglazial- und letzter Eiszeit).  
 Saldanha (Kap-Provinz): Schädeldach.

#### 7. Unsicher datierbare Funde:

Denise (Haute-Loire): Levallois-Clichy und Grenelle (Umgebung von Paris);  
 Tilbury (Kent); Galley-Hill (Kent); Alcolea bei Córdoba (Spanien); Olmo (Italien); Ghar Dalam-Höhle (Malta).

### B. Jungpaläolithikum:

#### 1. Aurignacien:

Cro-Magnon (Dordogne): Skelette von 3 Männern, 1 Frau und Knochenteile eines Fetus.  
 Combe-Capelle (Périgord): 1 Skelett.  
 Solutré (Saône-et-Loire): 5 Erwachsenen-Skelette und Teile kindlicher Skelette.  
 Enzheim (Elsaß): 1 Skelett.  
 Paviland-Höhle (Glamorganshire): 1 weibliches Skelett.  
 Camargo (Nordspanien): 1 Schädel.  
 Mentone-Höhlen (Riviera, Oberitalien):  
 a) Grotte des Enfants: 2 Männer-, 2 Frauen- und 2 Kinderskelette.  
 b) Grotte du Cavillon: 1 männliches Skelett;  
 c) Barma Grande: Skelette von 3 Männern, 1 Frau und 1 jugendlichen Individuum.  
 d) Baoussou da Torre: 2 Erwachsenen- und 1 Kinderskelett.  
 Brunn (Mähren): 1 Skelett, mehrere Schädel.  
 Předmost (Mähren): 14 vollständige Skelette und 6 weitere unvollständige.  
 Lautscher Höhle (Mähren): Bruchstücke von 6 Schädeln ausgewachsener Individuen (darunter 3 vollständige); zahlreiche Teilstücke von Skeletten Erwachsener sowie von 3—4 kindlichen Skeletten.  
 Mechta el Arbi (Algerien): Skelette von 2 Erwachsenen und 16 jugendlichen Individuen (dem älteren Capsien zugehörig).  
 Antelias-Höhle (Syrien): 1 Unterkieferfragment, zahlreiche Knochenbruchstücke, Knochenteile von Feten (älteres Capsien).

#### 2. Solutréen:

Mittlere Klausenhöhle bei Neu-Essing (Niederbayern): 1 Skelett.  
 Podkumok (Kaukasien): 1 Schädelfragment (Alter wahrscheinlich).  
 Tal des Roc (Charente): 2 Schädel, Reste von 3 Skeletten.

#### 3. Magdalénien:

La Madeleine (Dordogne): 1 Skelett.  
 Laugerie-Basse (Dordogne): 1 Skelett und 1 „Schädelbecher“.  
 Cap-Blanc (Dordogne): 1 Skelett.  
 Raymond-Canal (Dordogne): 1 Skelett.  
 Duruthy-Sordes (Landes): 1 Skelett.  
 Les Hoteaux (Ain): 1 Skelett.  
 Le Placard (Charente): 1 weiblicher Schädel und 9 „Schädelbecher“.  
 Mas d'Azil (Ariège): 1 Schädel.  
 Grotte des Hommes (Yonne): 3 Schädel (Alter wahrscheinlich).  
 Castillo-Höhle (Nordspanien): 2 unvollständige, zu „Bechern“ umgearbeitete Schädelkalotten.

Oberkassel (Rheinprovinz): 1 männliches und 1 weibliches Skelett.  
 Balla-Höhle (Ungarn): 1 Kinderschädel.

#### 4. Unsichere, allenfalls dem Jungpaläolithikum zuteilbare Funde:

Egisheim (Elsaß): 1 Schädelfragment.  
 Halling (Kent): 1 Skelett.  
 Aceline's Höhle (Mendips): Reste von etwa 12 Individuen.  
 Frühlingen-Bonn (Rheinprovinz): 1 Schädel.  
 Brux (Böhmen): 1 Schädel.

## C. Epipaläolithikum

1. Endcapsien:  
Muschelhaufensepulturen von Mugem (Portugal).
2. Azilien (Azilio-Tardenoisien):  
Mas d'Azil (Ariège): 2 Skelette.  
Ofnet-Höhle (Bayern): 4 männliche, 9 weibliche und 20 Kinderschädel (Kopfbestattung).  
Kaufertsberg-Lierheim (Bayern): 1 Schädel (Kopfbestattung).  
Stetten ob Lontal (Hohlenstein, Württemberg): 3 Schädel (Kopfbestattung).
3. Nordische Maglemose-Stufe:  
Svårdborger Moos (Seeland): 1 unvollständiges Skelett.  
Mullerup Moos (Seeland): 1 Unterkiefer.

Die Liste ist nicht vollständig und enthält nur die wichtigsten Funde. Eine Liste aller bisher bekannt gewordenen fossilen Menschenfunde findet sich als „Catalogue des Hommes fossiles“ in den Compt. rend. de la XIX. Session des Internat. Congr. f. Geologie (in Algier, 1952), herausgeg. v. H. VALLOIS und H. MOVİUS jr.

Wie diese Liste ergibt, sind aus den nach Tausenden zählenden Populationen früherer Perioden nur relativ wenige Individuen erhalten, so daß wir über die Variationsbreite der einzelnen Merkmale noch kaum genügend unterrichtet sind. Die zufällig gefundenen Individuen aber als typische Vertreter (Durchschnittstypen) ihrer Rasse anzusehen, haben wir kein Recht. Manche fossile Schädelreste sind außerdem zum Teil posthum deformiert, also in ihrer ursprünglichen Form verändert, wie z. B. Galley Hill, andere aus Bruchstücken zusammengesetzt, die in den Händen verschiedener anerkannter Fachleute zu ganz verschiedenen Rekonstruktionen geführt haben. Ferner haben alle fossilen Objekte, deren Fundgeschichte nicht absolut festgestellt ist, wenigstens vorläufig aus den theoretischen Überlegungen über die Abstammung des Menschen und die Klassifikation der Menschenrassen auszuschneiden, da hierfür das gegenseitige Altersverhältnis der einzelnen Fossilien von ausschlaggebender Bedeutung ist. Trotzdem sind diese wenigen und vielfach auch unsicheren Funde von um so größerem Interesse, als sie doch die Verwandtschaftsbeziehungen mancher Rassen untereinander und die Fortentwicklung älterer zu den jüngeren und gegenwärtigen Rassen vielfach bereits hervortreten lassen.

Als Vertreter der Hominiden tritt uns also im Altpaläolithikum in einer Reihe von Funden (die wichtigsten sind: La Chapelle aux Saints (Abb. 60), La Ferrassie, Neandertal, Spy, Krapina, Saccopastore, Cap-Circeo, Gibraltar sowie die Funde aus Palästina, außerdem der Broken-Hill-Schädel) der *Homo neandertalensis* (erweitert auch als *Homo primigenius* SCHWALBE bezeichnet) entgegen, der als solcher im Jungpaläolithikum schon als ausgestorben zu bezeichnen ist. Niemals ist der für *Homo neandertalensis* charakteristische Merkmalskomplex unter recenten Hominiden voll wieder aufgefunden worden. Seine Ähnlichkeit mit recenten Australiern, auf die oft hingewiesen wird, besteht nur in einzelnen Merkmalen, es ist daher auch nicht möglich, die Australier vom Neandertaler direkt abzuleiten. Mehr Wahrscheinlichkeit hat die Annahme für sich, daß die übereinstimmenden Merkmale als Erbstücke von einer gemeinsamen Grundform, von welcher sich die beiden genannten Formen nach verschiedenen Richtungen hin entwickelt haben, anzusehen sind (KLAATSCH). Wenn man trotzdem gelegentlich von „neandertaloiden“ oder von „austroloiden“ (SERA) Individuen unter den rezenten Formen spricht, so kann damit nur eine Ähnlichkeit in Einzelheiten gemeint sein. Auf Grund unserer heutigen Kenntnisse können wir nur sagen, daß der *Homo neandertalensis* wenigstens in Europa früh ausgestorben zu sein scheint. Er wird als eine „Sackgasse der Entwicklung“ zum gegenwärtigen Menschen bezeichnet (BUMÜLLER) und kennzeichnet sich tatsächlich durch viele Merkmale als solche.





a) von vorn



b) von rechts



c) von hinten

Abb. 60. Schädel von La Chapelle aux Saints (nach Gipsabguß).

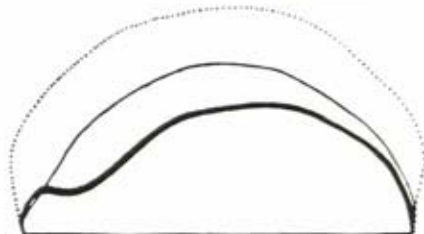
Im einzelnen ist der Neandertaler durch eine Hirnschädelgröße ausgezeichnet, deren Ausmaße die heutigen Durchschnittsmaße überschreiten. Eine Schädelkapazität von mehr als 1500 ccm ist beim klassischen Neandertaler die Regel (Abb. 61); die Formen von der Peripherie Europas und aus Palästina haben vielfach weniger (Abb. 62). Die Ausbildung des Überaugenwulstes ist beim Neandertaler anders als beim Affen. Wenn Stirnhöhlen beim Affen vorhanden sind, so liegen sie hinter dem Überaugenwulst und nicht in ihm; beim Neandertaler dagegen füllen sie den Wulst aus. Das Scheitelbein ist bei allen Halbaffen und Affen kürzer als das Stirnbein, während beim Neandertaler — wie beim *Homo recens* — das Verhältnis oft umgekehrt ist. Die Furche am Warzenfortsatz, in welcher der *M. digastricus* entspringt, ist beim Neandertaler ähnlich tief und eng wie bei den Buschmännern, Negern und Eskimos; bei Affen jedoch ist sie breit und seicht. Der Gesichtsschädel des Neandertalers ist größer als derjenige des heutigen Menschen. Besonders deutlich sind spezifisch menschliche Züge an der Nase des Neandertalers ausgeprägt. Das von den

Nasenbeinen gebildete Dach ist regelmäßig konvex, der Nasenfortsatz des Oberkiefers, an den die Nasenbeine anschließen, ist groß und springt stark vor. Die Nasenbeine sind dadurch nach vorn gerichtet, die Nase ist sehr hoch. Ihr unterer Rand (*Apertura piriformis*) zeigt meist die für den rezenten Menschen charakteristischen scharfen Ränder und einen gutentwickelten Nasenstachel. Das Gehirn ist asymmetrisch, und zwar ist seine linke Hälfte, unter deren motorischem Einfluß die rechte Körperhälfte steht, die größere. Bei dem bisher vollständigsten Fund von La Chapelle aux Saints ist der rechte Oberarmknochen stärker entwickelt als der linke; demnach scheint der Neandertaler schon

Rechtshänder gewesen zu sein. Bei den Affen läßt sich keine ähnliche Asymmetrie des Gehirns feststellen.

In mancher Beziehung zeigt der Neandertaler freilich auch wieder primitivere Formen und steht dem Affen näher als der *Homo recens*. So bleibt beispielsweise seine Schädelhöhe trotz seiner bedeutenden Gehirngröße verhältnismäßig niedrig und ähnelt darin dem Affenschädel, dessen geringe Höhe jedoch durch das kleine Gehirn bedingt ist. Die Augenhöhlen des Neandertalers sind groß und besitzen eine primitive, mehr rundliche Form als beim Menschen der Jetztzeit. Ebenso finden sich am Unterkiefer manche primitiven Merkmale. Er ist massiger als beim rezenten Menschen und nähert sich damit den Verhältnissen beim Affen. Das Kinn fehlt zwar nicht völlig wie beim Fund von Mauer, ist jedoch nur angedeutet. Die dünne, nach hinten springende untere Kieferplatte der Affen findet sich allerdings beim Neandertaler so wenig wie bei allen anderen menschlichen Unterkiefern. Ähnlich wie beim *Homo Heidelbergensis* ist der Einschnitt zwischen den beiden Fortsätzen des Unterkieferastes beim Neandertaler nur sehr flach, beim rezenten Menschen dagegen tiefer. Die Molaren des Neandertalers zeigen die ursprünglichere, fünfhöckerige Form, während beim heutigen Menschen mit der Reduktion der Zahnwurzeln sich auch die Zahl der Höcker reduzierte. Seine Zähne sind durchweg noch größer und entsprechen so mehr den primitiven Verhältnissen. Die Bildung der Eckzähne dagegen ist bei allen diluvialen Typen vom Menschen von Mauer ab, ebenso wie bei den *Australopithecinen*, schon charakteristisch menschlich. Im Vordergebiss des Neandertalers haben sich mehr primitive Merkmale erhalten (Gabelung der Wurzelspitze, Zweiteilung der Wurzeln, angedeutete Gabelung der Wurzelkanäle). Die Molaren dagegen sind schon stärker zurückgebildet (parallele Stellung, Aneinanderlagerung und teilweise Verschmelzen der Wurzeln). Während bei den Anthropoiden in der Regel ein Diastema zwischen Eckzahn und seitlichem Schneidezahn besteht, schließen alle Zähne beim Neandertaler wie bei Mauer lückenlos aneinander.

Die Körpergröße des Neandertalers betrug im männlichen Geschlecht 160 bis 165 cm, im weiblichen 154 cm; für die Funde aus Palästina (Tabun und Skhul) werden für das männliche Geschlecht 168 und 178 cm, für das weibliche 151 und 157 cm angegeben. Die Körperproportionen schwanken innerhalb derselben Grenzen wie bei den heutigen Menschen. Nach dem Fund von La Chapelle aux Saints sind die Rippen aber dick und zeigen einen fast dreieckigen Querschnitt. Beim *Homo recens* sind sie dünner und mehr länglich schmal. Das Schlüsselbein ist schlank, lang und stark gekrümmt. Vermutlich hatte der Neandertaler sehr breite Schultern, sein Körperbau war wohl untersetzt. Der Oberarmknochen ist zwar wie beim heutigen Menschen gebaut, doch sehr robust, seine Breite am oberen Ende ist im Verhältnis größer. Ebenso sind Radius und Ulna sehr massig, der Radius ist auffallend stark gekrümmt. Die Hand zeigt menschliche Form, bei dem Fund von Kik-Koba (Krim) allerdings mit besonders primitiven Merkmalen: Der Daumen war hier noch nicht voll opponierbar, die Hand also wie die unserer heutigen Säuglinge noch nicht zum Greiforgan voll spezialisiert. An der Wirbelsäule haben die Fortsätze der Halswirbel eine stärkere horizontale Lage als die mehr nach unten gerichteten Dornfortsätze beim rezenten Menschen; der Neandertaler brauchte für seinen großen und verhältnismäßig schweren Schädel bei seinem wohl etwas gebückten Gang eine stärkere Nackenmuskulatur. Der Beckenausgang ist schmaler



Unrichtige, von Buch zu Buch in mehr oder minder ähnlicher Weise übernommene Darstellung der Scheitellinien.



Wirkliches Größenverhältnis der Schädel.

Abb. 61. Die Sonderentwicklung des Neandertalers. (Nach BUMÜLLER.)



als bei Vertretern der heutigen Menschheit. Die Darmbeinschaukeln sind steiler und weniger stark ausgebuchtet. Der Oberschenkelknochen des Neandertalers ähnelt in der Form dem der Anthropoiden. Er besitzt gegenüber heutigen Formen einen sehr dicken Schaft, auch die Gelenkfortsätze sind ungewöhnlich plump. Die Schaftkrümmung des Femur ist stark, ohne daß sie allerdings über die rezente Schwankungsbreite hinausgeht. Das Schienbein ist wie alle langen Knochen des Neandertalers sehr massig, das Wadenbein recht kräftig und noch nicht stark modelliert. Der Fuß ist menschlich.

Für seine Herkunft und den Zusammenhang des Neandertalkreises mit den übrigen Entwicklungslinien zum rezenten Menschen ist von Interesse, daß die Neandertalformen aus der Peripherie Europas und speziell aus den Mittelmeerlandern weniger spezialisiert erscheinen als der klassische Neandertaler Süd-



Abb. 62. Der Schädel von Saccopastore I (Italien) (nach SERGI).

frankreichs und Zentraleuropas. So ist hier wohl die Anknüpfung zu suchen. Für den Fund von Berg Karmel in Palästina wurden geradezu zwei Typen unterschieden (Abb. 63), ein Tabun-Typus mit Neandertal- und ein Skhul-Typus mit mehr Sapiens-ähnlichkeit; doch muß es fraglich erscheinen, ob es sich hier um wahre Typen handelt. Die Annahme liegt näher, daß mit den Funden aus Palästina Übergangsformen zwischen dem früheren und dem rezenten Menschen vorliegen. Die Funde sind dort auch älter als die klassischen Neandertalformen Europas.

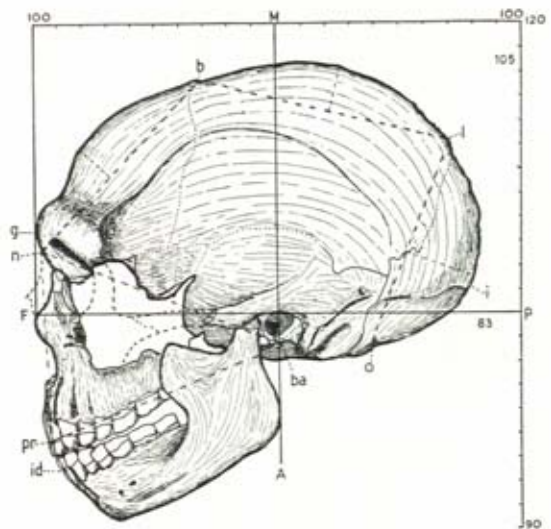
Die Behauptung, daß neben dem *Homo neandertalensis* oder sogar schon vor ihm der rezente *Homo sapiens* aufgetreten sei, scheint durch neuere Funde besser belegt zu werden als sie es früher war. Der Fund von Galley Hill, der früher hierzu vielfach als Beweis angeführt wurde, ist stratigraphisch nicht gesichert und sekundär deformiert; er scheidet für die Beurteilung der Frage aus. Aber schon aus der Vorneandertalzeit Europas ist nunmehr nach den heute bekannten Funden der Schädel von Steinheim hier einschlägig. In den

Schottern des unteren Themsetales bei Swanscombe wurden ebenfalls nicht genau datierbare Schädelreste zutage gefördert (Scheitelbein, Hinterhauptsbein), die dem Steinheimer Fund stark ähneln. Ein Schädelbruchstück von Fontéchevade scheint in dieselbe Reihe zu gehören, während der schon immer umstrittene Fund von Piltdown nach den neuesten Feststellungen als Fälschung ausscheiden muß. Es scheint nach alledem doch nicht ganz ausgeschlossen, daß auch in Europa neben dem Neandertaler und vor ihm bereits Formen gelebt haben, die dem *Homo sapiens* mindestens ähnlicher waren als dem Neandertaler und die weiterhin, wenn auch vielleicht in anderer Gegend, zum *Homo sapiens* geführt haben. Für außereuropäische Gebiete ist ein solcher Übergang von Vorneandertalformen zum *Homo sapiens* sowieso anzunehmen. In dieser Hinsicht wird zuletzt besonders auf

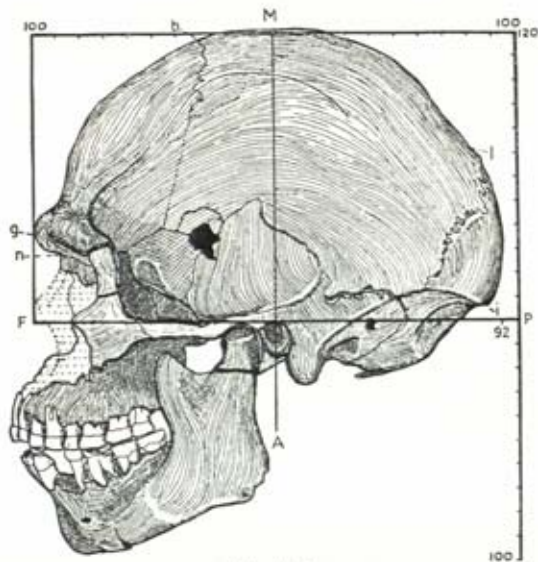


rezente Formen aus der Hotu-Höhle in Iran verwiesen, die älter als der Neandertaler sein sollen. Gegen eine direkte Ableitung des rezenten Menschen vom *Homo neandertalensis europaeus* spricht die weitgehende Spezialisierung des letzteren in vielen Merkmalen.

Für den fossilen *Homo sapiens* sind, soweit unsere heutigen Kenntnisse reichen, auf europäischem Boden mehrere Rassenbildungen zu unterscheiden, die sich dann auch in die spätere Zeit (Neolithikum, Metallzeiten) und bis in die Gegenwart hinein fortsetzen, hier allerdings durch die Fortentwicklung der Rassen ständig umgestaltet und zu neuen Rassen gebildet. So werden für das Jungpaläolithikum unterschieden: 1. Die Cro-Magnon-Rasse, die für das Aurignacien des mittleren und südlichen Frankreich charakteristisch zu sein scheint. Die im Magdalénien auftretende Form, die als Laugerie-Rasse bezeichnet wurde, schließt sich zweifellos an die Cro-Magnon-Rasse an. Diese Rasseform stellt die Haupttrasse des Jungpaläolithikums in Europa dar und viele Anzeichen deuten darauf hin, daß Cro-Magnon-ähnliche Formen auch in anderen Gebieten (Mähren, Südamerika, Afrika) als Grundlage eine große Rolle gespielt haben (Abb. 65, 66). 2. Eine Gruppe von Langkopf-Rassen zeigt mit verschiedenen Untergruppen eine sehr verschiedene Verbreitung: a) die Grimaldi-Rasse von Monaco wird als teilweise negroider Typus beschrieben, b) eine hochgewachsene Barma-Grande-Rasse aus eben derselben Gegend steht vielleicht der Galley-Hill-Form nahe, c) die Brünn-Rasse findet sich in Mähren, ist aber mit dem Fund von Combe Capelle (*Homo aurignacensis*) auch in Belgien vertreten (Abb. 67, 68, 69), während d) die Chancelade-Rasse, eine hochgesichtige Langkopfrasse, erst im Magdalénien von Westfrankreich auftritt und dabei gewisse Eskimoähnlichkeit aufweisen soll. Auch 3. eine Gruppe von Kurzkopf-



Tabun I



Skhul V

Abb. 63. Die unterschiedlichen Typen der Palästina-Funde (nach KERN).

Langkopfrasse, erst im Magdalénien von Westfrankreich auftritt und dabei gewisse Eskimoähnlichkeit aufweisen soll. Auch 3. eine Gruppe von Kurzkopf-



Abb. 64. Schädel von Předmost (Mähren)  
(nach ABRALON).

Rassen ist mit einzelnen Vertretern, nämlich a) als Solutré-Rasse im Solutréen bereits im ältesten Paläolithikum Europas vorhanden (Abb. 70). Spätere Formen aus dem Azilien werden als b) Furfooz- und Grenelle-Rasse bezeichnet. Sie setzen sich fort in die Pfahlbautenbevölkerung vor allem in der Schweiz, in den Borrebytypus der ältesten Jungsteinzeit Dänemarks und in die Ofnet-Rasse des Mesolithikums in Bayern (Abb. 71). Wir müssen annehmen, daß all diese verschiedenen Rassen teils aus dem Osten, teils vom Mittelmeergebiet her nach Europa eindringen, nachdem der Neandertaler mit den Eiszeiten im wesentlichen ausgestorben war. Möglicherweise sind die rezenten

Formen irgendwo im Osten Europas aus neandertalähnlichen Vorstufen entstanden; dafür sprechen gewisse Übergänge zwischen Neandertal- und Sapiens-Merkmalen gerade bei den östlichen Sapiensformen (Předmost Abb. 64, Podkumok Abb. 72). In Europa selbst haben sich die Ursprungsformen dann zum Teil zu ihrer charakteristischen Form ausgebildet. Angesichts des Lebens in verhältnismäßig geringer Zahl und kleinen Gruppen konnten sich die relativ zahlreichen und sehr prägnant gezeichneten verschiedenen jungpaläolithischen Rassen Europas zu solchen Besonderheiten entwickeln. Auch für spätere Zeiten haben sich für einzelne Gruppen solche Besonderheiten durchaus noch erhalten. Auf die Gegenwart zu sind sie jedoch durch Vermischung und Umformung zu neuen Rassen, auch unter dem Einfluß einer fortschreitenden Selbstdomestikation, immer mehr verwischt worden (Abb. 73).

Kenner der anthropologischen Verhältnisse Südafrikas haben schon lange der Meinung Ausdruck gegeben, daß vor den heutigen Buschmännern, Hottentotten und der eigentlichen negriden Bevölkerung eine oder mehrere andere Rassen das ganze große Gebiet südlich des Sambesi besiedelt hatten. SHRUBSALL spricht von einer Prae-Buschmannrasse, die er allerdings mit den Strandloopers identifiziert, während SCHEBESTA die Bergdama als die Vorbuschmannrasse ansieht. Eine Reihe von Funden hat dazu mehr konkrete Anhaltspunkte gegeben (nach FALKENBURGER):

- Asselar, Sahara, nordöstl. von Timbuktu. Stratigraphisch oberes Paläolithikum oder Mesolithikum. Skelett zeigt hinsichtlich der Schädelmerkmale Ähnlichkeiten mit den Bantu, hinsichtlich des Gesichtsschädels Ähnlichkeiten mit den Hottentotten.
- Oldoway, Ostafrika. Wahrscheinlich aus dem Aurignacien. Typus der heutigen Massai.
- Kanam und Kanjera, Victoria Nynzasee. Kein Unterschied mit rezenten Schädeln, nur stärkere Schädelstärke.
- Nakuru und Elmenteita, Gable'Cave; Aurignacien oder Mesolithikum. 3 Typen: 1. Nilotid. 2. Springbockähnlich. 3. Strandlooperähnlich.
- Broken-Hill, Rhodesia. Extremste Ausbildung des Neandertaltypus (Abb. 74).
- Saldanha, Kap-Provinz. Schädelknochen, ähnlich Broken-Hill.



Boskop, Transvaal, Geologisch nicht präzisiert, aber alt. Vielleicht Zwischenglied zwischen Cro-Magnon und Protobuschmann.

Tzithikama, 800 km südlich Boskop.  
Fish Hoek, Nähe von Kapstadt.  
Springbock, Nähe von Pretoria.

Aus dem „Middle Stone Age“  
haben alle diese Funde mit Boskop  
gewisse Merkmale gemeinsam;  
Vorläufer der Strandloopers.

Florisbad, Oranjerestaat, Nähe von Bloemfontein. Industrie vom Typus Le Moustier. — Primitiver Typus, der vielleicht mit Australien in Beziehung zu setzen ist. Von Boskop gut zu unterscheiden.

Bayville, Nähe von Port Elizabeth.  
Mistkraal, 110 km westl. Kapstadt.  
Cape Flats, dicht bei Kapstadt.

Geol. Alter unbekannt, aber nicht sehr alt.  
Auch diese 3 Typen zeigen wie Florisbad  
australoiden Züge.

(Abb. 75).

Unter diesen Funden ist der von Rhodesia in der Broken-Hill-Mine (Abb. 74) ein Neandertaler, der (mit unsicherer Datierung) manche Neandertalmerkmale in geradezu übertriebener Ausprägung zeigt, gleichzeitig aber durch einen für dieses Zeitalter ungewöhnlichen Cariesbefall der Zähne ausgezeichnet ist. Ein neuer Fund von Saldanha (Kap-Provinz), der nur aus einem Schädeldach besteht, zeigt die Haupteigentümlichkeiten des Broken-Hill-Fundes in noch primitiverer Ausbildung mit besonders dicker Schädelwandung und einer Kapazität von 1200 bis 1250 ccm. Unter den übrigen südafrikanischen Funden sind zwei Gruppen zu unterscheiden, die eine um Boskop, die zu den Buschmännern führt, die andere um Florisbad mit Beziehungen zu



a) von vorn



b) von rechts



c) von hinten

Abb. 65. Cro-Magnon-Schädel (nach BOULE-VALLOIS, Rückansicht nach Gipsabguß).



den Hottentotten. Eigentliche Neger erscheinen unter den alten Formen noch nicht. Jedenfalls lassen alle diese Menschenfunde zusammengekommen mit denen von Proconsul und des Australopithecus-Kreises für Südafrika noch wichtige weitere Entdeckungen erwarten.

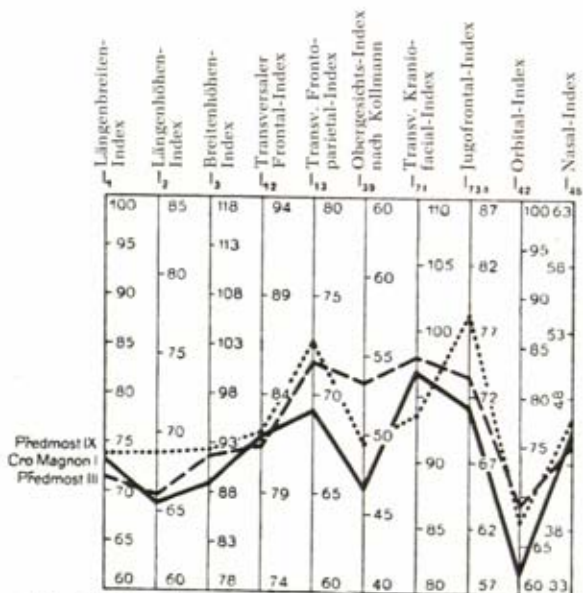


Abb. 66. Männl. Pëdmoster und die Cro-Magnon-Rasse.

Aus Asien und Oceanien fehlen gleichaltrige menschliche Funde, die dem europäischen Diluvium entsprechen. Immerhin wird ein Fund von Wadjak ins Jungpaläolithikum gerechnet und als Protoaustralier bezeichnet. Mit den Ngandong-Funden (*Homo soloensis*, Abb. 76) sind für die Südsee auch Formen gefunden, die teils in den Pithecanthropus-, teils in den Neandertalkreis gerechnet werden, freilich mit einer besonderen Langschädeligkeit, wie sie auch der spätere Australier zeigt, und mit einer geringen, an Pithecanthropus anschließenden Schädelkapazität von um 1100 ccm. So wäre in diesem Gebiet eine Linie Pithecanthropus erectus — Ngandong — Protoaustralier — Australier (Abb. 77) klarer als der entsprechende Ablauf nach Europa und die anderen Erdteile (WEIDENREICH). Doch sind gegen eine solche Linie im Hinblick auf Spezialisierungen beim Wadjak-Fund auch bereits Bedenken geltend gemacht worden (KAELIN). Die sogenannten Fuß- und Gesäßabdrücke von Warrnambool (Kolonie Viktoria), welche die Existenz des Menschen während des jüngeren Tertiär in Australien beweisen sollten, sind fast von allen Seiten bestritten worden. Aus Asien sind die schon erwähnten Pithecanthropus-Sinanthropus-Funde von besonderem Interesse. Ein Kinderschädel von Modjokerto (Samarkand) gehört wahrscheinlich in den Neandertalkreis. Interessant sind die Funde von Nordiran, vom Caspischee, wo in früher Schicht (3. Zwischeneiszeit) *Homo Sapiens*-Typen, in späterer Schicht (unteres Mesolithikum) dagegen eine Neandertalform gefunden sein soll. Damit würden auch hier ähnlich wie in Europa Sapiensformen gleichzeitig mit oder sogar früher als Primigeniusformen vorkommen. Mongoloide Formen treten einstweilen unvermittelt nach diesen sehr spärlichen Frühformen auf.

Dagegen sind aus Amerika eine Reihe menschlicher Skelettreste beschrieben worden, die zum Teil als diluvial, zum Teil sogar als tertiär beansprucht wurden. Die wichtigsten sind die folgenden (nach HRDLIČKA):

#### Nordamerika

Calveras b. Ataville (Kalifornien) (Schädel).  
 Rock Bluff am Illinoisfluß (Schädel).  
 Trenton (New Jersey) entlang dem Delawarefluß (2 Schädel und 1 Femur).  
 Lansing (Kansas) (Skelett).  
 Florida an verschiedenen Orten der Westküste südlich von Sarasota (diverse Schädel und Schädelfragmente).

#### Mittelamerika

Peñon de los Baños in der Nähe der Stadt Mexiko (mehrere Skelettreste).

#### Südamerika

Lagoa Santa, Provinz Minas Geraes (Brasilien) (zahlreiche Reste von etwa 30 Individuen).  
 Frias bei Mercedes (Provinz Buenos Aires) (Beckenbruchstück, Wirbel, Hand- und Fußknochen).  
 Miramar (Schädel (*Homo pampaeus* Amethini)).



a) von vorn



b) von rechts



c) von hinten

Abb. 67. Schädel von Combe Capelle (Aurignac) (nach Gipsabguß).

Saladero (Fragmente eines Femur und Zähne).  
 Fontezuelas (Schädel und gut erhaltene Skelettreste).  
 Samborombón (fast vollständiges Skelett).  
 Arrecifes (Schädel).  
 Chocorí (Schädel und einige Extremitätenknochen).  
 La Tigra (Schädel und Extremitätenknochen).  
 Baradero (ganz zerdrückter Schädel und einige Extremitätenknochen).  
 Monte Hermoso (ein Atlas (*Homo neogaeus* n. LEHMANN-NISCHE)).  
 Neuerdings kamen dazu noch

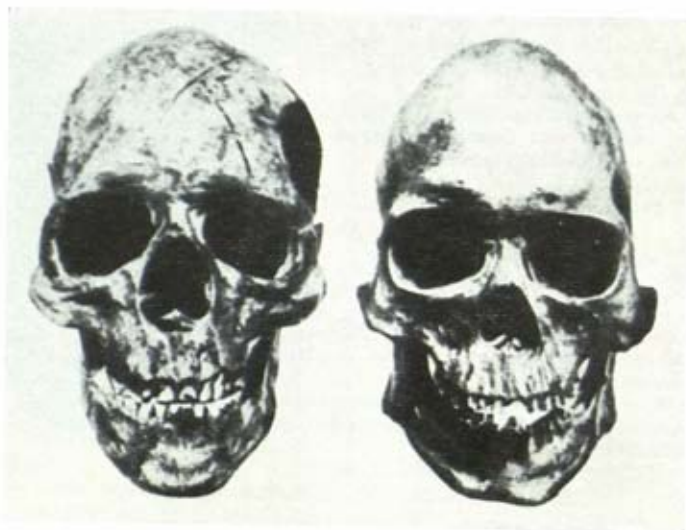


Abb. 68. Combe Capelle im Vergleich mit rezentem Eskimo (aus WEINERT).

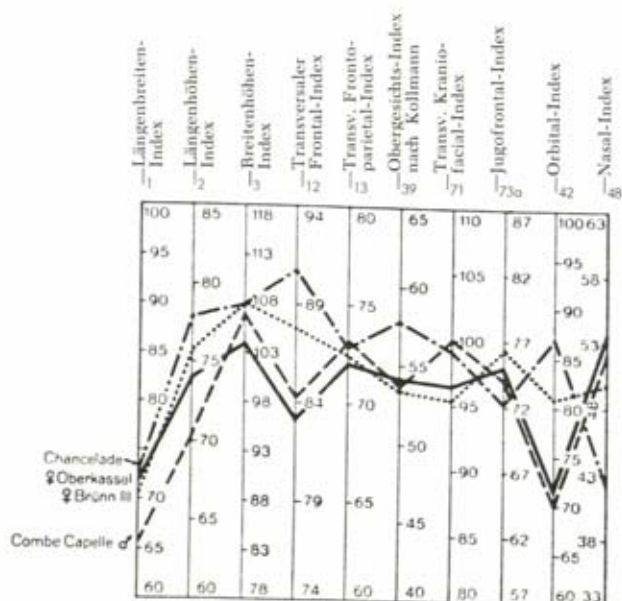


Abb. 69. Brunn III und die Brunn- und Chanceladerasse.



Folsom in Neu-Mexiko (ein Skelett);  
 Pelican Rapids, Minnesota (ein Skelett);  
 Browns Valley, Minnesota (ein Skelett);  
 Huerney-See, Minnesota (ein Skelett);  
 Tepexpan, Mexiko (ein Skelett).

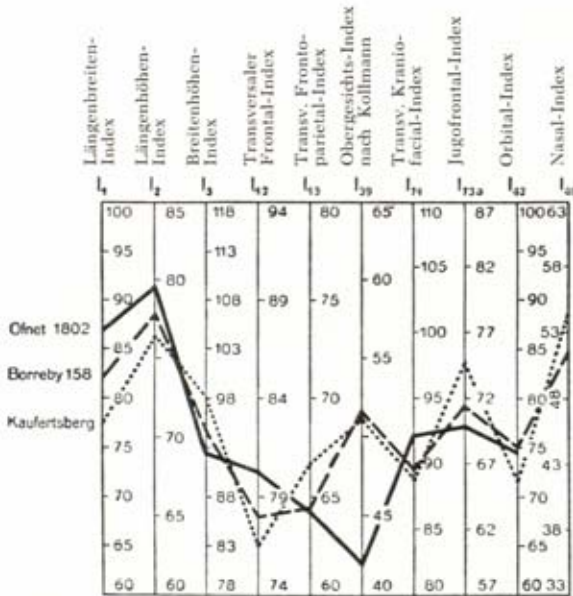


Abb. 70. Schädel vom Borreby-Typus (Solutré-Rasse) (hohe Kurzköpfe).

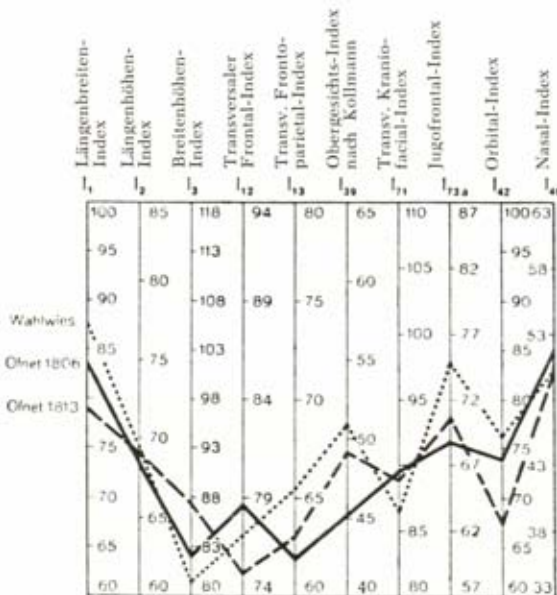


Abb. 71 Schädel vom Ofnettypus (niedere Kurzköpfe).

Nach neueren gründlichen Nachprüfungen kann aber keiner dieser Skelettfunde als einwandfrei diluvial bezeichnet werden, selbst wenn man den Löß, in dem die meisten lagen, für diluvial erklärt (IHERING, STEINMANN, BURKHARDT). Morphologisch gehören alle diese Reste zu Sapiens und zeigen in den meisten

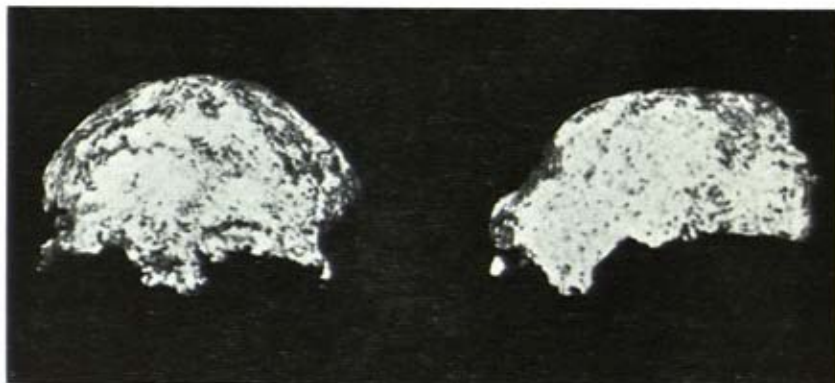


Abb. 72. Das Fragment von Podkumok.

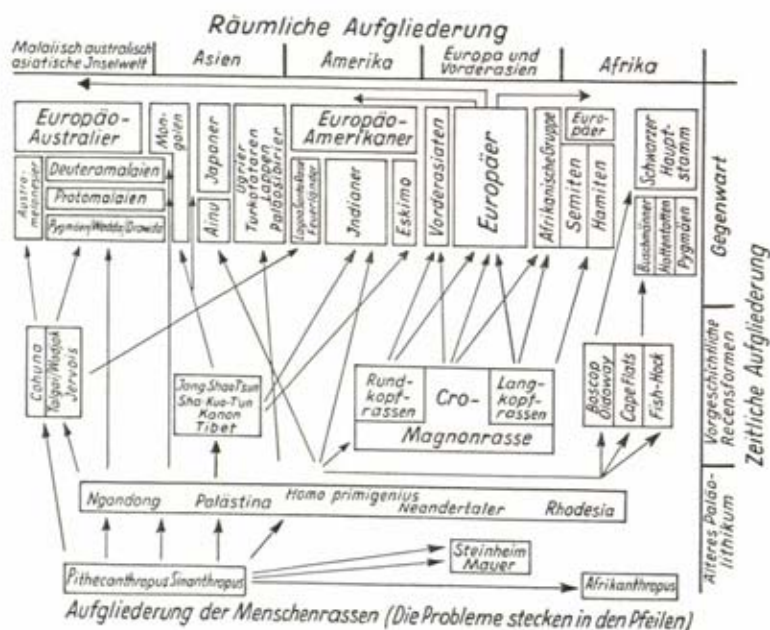


Abb. 73.

Punkten große Übereinstimmung mit dem Skelettbau der modernen Indianer. Ein einwandfreier Beweis für das Vorkommen einer geologisch älteren Menschenform in Nord- und Südamerika ist also bis heute nicht erbracht worden. Der amerikanische Mensch aus der Zeit vor Columbus muß vielmehr als ein Einwanderer

angesehen werden, der aller Wahrscheinlichkeit nach im Beginn des Diluviums über die Kette der Aleuteninseln, über die Bering-Straße oder über eine früher bestehende Landbrücke von Asien her eingedrungen ist. Für Südamerika ist eine Besiedlung aus der Südsee wahrscheinlich (Lagoa-Santa-Rasse); jedenfalls sind entsprechende kulturelle Einschlüsse eindeutig erwiesen. Morphologisch erinnern in Südamerika untersuchte Schädel (ATCHEL) ebenso wie die heutigen Australier an die Cro-Magnon- und Bränn-Formen des steinzeitlichen Europa (SALLER). Vor dem *Homo recens* war Amerika vom Menschen überhaupt nicht besiedelt. Nach Columbus kam es zu den bekannten europäischen, asiatischen und afrikanischen Einschlüssen.



a) von vorn



b) von rechts



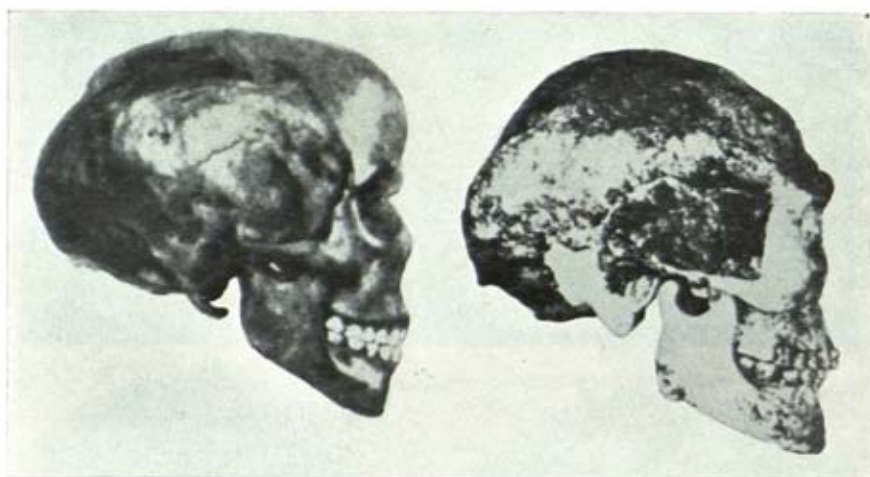
c) von hinten

Abb. 74. Rhodesia-Schädel (nach Gipsabguß).

Als Urheimat des Menschengeschlechts sind bisher hauptsächlich das südliche Asien (HAECKEL), die ostindische Inselwelt oder Australien (SCHOETENSACK), die heutige Arktis (WILSER), neuerdings auch Südamerika (AMEGHINO) und Afrika (SERGI) angesehen worden, doch sind die Beweise für alle diese Annahmen einstweilen nicht überzeugend. Paläogeographische Gründe sprechen eher dafür, daß die Entstehung der Hominiden im engeren Sinn, d. h. des Genus *Homo* nach Innerasien oder Afrika zu verlegen sein wird. Gerade die neueren Funde lassen freilich zusätzlich annehmen, daß es überhaupt nicht nur ein einziges Entstehungszentrum für die heutigen rezenten Menschenformen gegeben hat, sondern daß diese Formen von einer zwar gemeinsamen, noch nicht menschlichen Urform aus (*Australopithecus*), aber doch polycentrisch in unabhängiger



Entwicklung für die verschiedenen Gebiete erreicht wurde. In einem solchen Rahmen erscheint dann für die weiße Rasse ihre Herkunft aus Innerasien wahrscheinlich.



Recenter Buschmann-Schädel

Schädel von Cape Flats

Abb. 75. (Nach DRENNAN.)

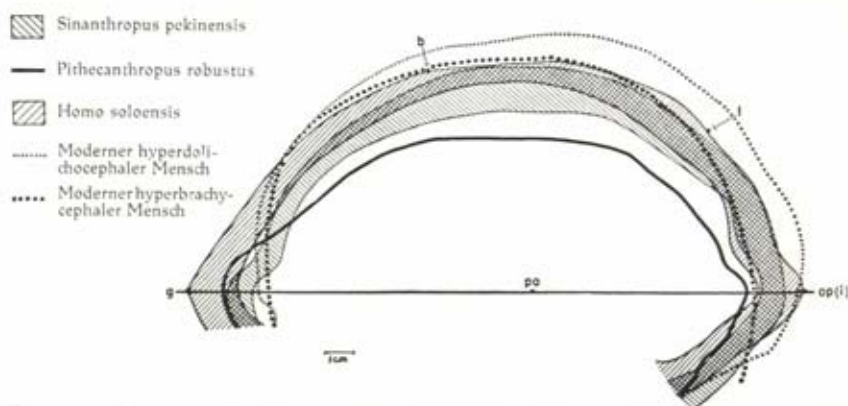


Abb. 76. Mediansagittalkurven von *Pithecanthropus robustus*, *Sinanthropus pekinensis* (III, X, XI und XII), *Homo soloensis* (I, V, VI, IX, X und XI) und *Homo recens* (hyperdolichocephaler Europäer und hyperbrachycephaler Europäer). Abkürzungen: b Bregma, g Glabella, i Inion, l Lambda, op Opisthion, po Porion (nach WEIDENREICH).

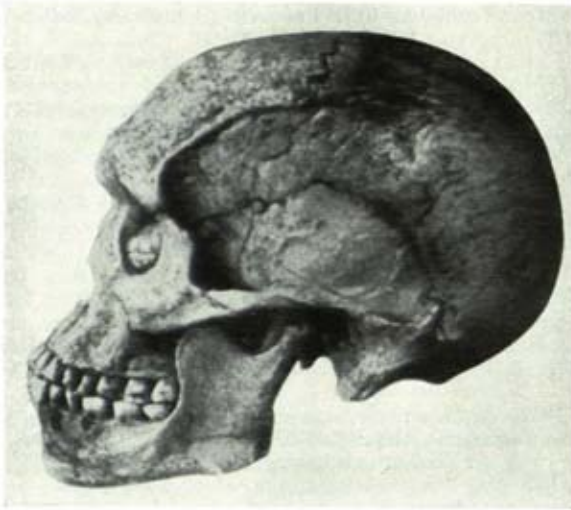


Abb. 77. Australierschädel (nach LECHE).

### Literatur

- AEEL, O., 1931: Die Stellung des Menschen im Rahmen der Wirbeltiere. Fischer, Jena.
- ABEL, W., 1931: Kritische Untersuchungen über *Australopithecus africanus* DART. Morph. Jb. 65, 541.
- AESOLON, K., 1929: New Finds of Fossil Human Skeletons in Moravia. Anthropol. Prag 7, 79.
- ADAM, K. D., 1954: Die zeitliche Stellung der Urmenschenfundsicht von Steinheim an der Murr innerhalb des Pleistozäns. Eiszeitalter u. Gegenw. 4/5, 18.
- ADAM, W., 1943: The Keilor fossil skull. Palate and upper dental arch. Mem. nat. Mus. Victoria Melbourne 13, 71.
- ADLOFF, P., 1908: Das Gebiß des Menschen und der Anthropomorphen. Springer, Berlin.
- 1911: Über die Phylogenie des Primatengebisses und das Zukunftsgebiß des Menschen. Zschr. Morph. Anthropol. 15.
  - 1927: Das Gebiß des Menschen und der Anthropoiden und das Abstammungsproblem. Zschr. Morph. Anthropol. 26, 431.
  - 1931: Der Eckzahn des Menschen und das Abstammungsproblem. Zschr. Anat. Entw. gesch. 94, 94.
  - 1932: Das Gebiß von *Australopithecus africanus* DART. Einige ergänzende Bemerkungen zum Eckzahnproblem. Zschr. Anat. Entw. gesch. 97, 145.
  - 1937: Über die primitiven und sogenannten pithekoiden Merkmale im Gebiß des rezenten und fossilen Menschen und ihre Bedeutung. Zschr. Anat. Entw. gesch. 107, 68.
  - 1938: Das Gebiß von *Sinanthropus pekinensis*. Kritische Bemerkungen zu der Arbeit von FRANZ WEIDENREICH: The dentition of *Sinanthropus pekinensis*; a comparative odontography of the Hominids. Zschr. Morph. Anthropol. 37, 450.
  - 1939: Die südafrikanischen fossilen Menschenarten und der Ursprung des menschlichen Gebisses. Anthropol. Anz. 16, 72.
- AICHEL, O., 1933: Der deutsche Mensch. Fischer, Jena.
- ALFRECHT, P., 1883: Unterkiefer von La Naulette. Korresp.bl. Dtsch. Ges. Anthropol. 14.
- ANDERSSON, J. G., 1925: Preliminary Report on Archaeological Research in Kansu. Men. Geol. Survey China. A. 5, Peking.
- 1934: Children of the Yellow Earth. London.
  - 1947: Prehistoric Sites in Honan. Bull. Mus. Far. East. Antiqu. 19.
- ASHTON, E. G., u. ZUCKERMAN, I., 1951: Some cranial indices of *Plesianthropus* and other primates. Amer. J. Physic. Anthropol. 283.
- BERCKHEMER, F., 1933: Notiz über den Fund eines Menschenschädels in den Schottern von Steinheim. Anthropol. Anz. 10, 318.
- 1937: Bemerkungen zu H. WEINERTS Abhandlungen „Der Urmenschenschädel von Steinheim“. Verh. Ges. Phys. Anthropol. 8.

- BERGOUNIOUX, F. M., et GLORY, A., 1952: Les premiers hommes. Didier, Paris.
- BLACK, D., 1927: Tertiary Man in Asia. *Bull. Geol. Soc. China* 5, 3/4.
- 1927: On a lower molar hominid tooth from the Chou Kou Tien deposit. *Palaeont. Sin.* 7, 1.
- BLANC, A. C., 1939: L'homme fossile du Mont Circé. *L'Anthropologie* 49, 253.
- 1942: I Paleantropi di Saccopastore e del Circeo. *Quartär* 4.
- BONARELLI, G., 1944: Sylloga Synonym. Hominidarum fossil. hujusque cognit. systematica ordinata. *Ult. Misc.* 1.
- BOSWELL, P. G. H., 1935: Human Remains from Kanam and Kanjera, Kenya Colony. *Nature* 135, 371.
- BOULE, M., 1906: Les Grottes de Grimaldi. *Géol. Paleontol.* 1.
- 1911—1913: L'homme fossile de la Chapelle-aux-Saints. *Ann. Paléontol.*
- 1925: „L'homme-Singe“ du Sud de l'Afrique. *L'Anthropologie* 35, 123.
- 1929: Le Sinanthrope. *L'Anthropologie* 39, 455.
- et VALLOIS, H. V., 1952: Les hommes fossiles. 4. Aufl. Masson, Paris.
- BRANDES, G., 1939: Buschi. Vom Orangsausgling zum Backenwulster. *Quelle u. Meyer, Leipzig.*
- BREITINGER, E., 1952: Zur Morphologie und systematischen Stellung des Schädelfragments von Swanscombe. *Homo* 3, 131.
- BREUIL, H., 1931: Le feu et l'industrie lithique et osseuse à Choukoutien. *Bull. Geol. Soc. China* 11, 147.
- 1932: Le feu et l'industrie de pierre et d'os dans le gisement du „Sinanthropus“ à Choukoutien. *L'Anthropologie* 42, 1.
- 1936: Le nouveau crâne neanderthalien de Saccopastore (Rome). *L'Anthropol.* 46, 1.
- 1946: Les gisement des Anthropoides à caractères hominens du haut plateau sud-africain. *Experientia* 2.
- BROCA, G., 1889: L'ordre des Primates. Paris.
- BROOM, R., 1925: Some notes on the Taungs. *Nature* 115, 569.
- 1929: Note on the milk dentition of Australopithecus. *Proc. Zool. Soc. P.* 1, 85.
- 1929: The Transvaal fossil human skeleton. *Nature* 123, 415.
- 1936: A new fossil Anthropoid skull from South Africa. *Nature* 138, 486.
- 1936: The dentition of Australopithecus. *Nature* 138, 719.
- 1937: Discovery of a lower molar of Australopithecus. *Nature* 140, 681.
- 1937: The Sterkfontein ape. *Nature* 139, 326.
- 1937: Der neue südafrikanische fossile Menschenaffe. *Umschau* 41, 36.
- 1938: The Pleistocene Anthropoid of South Africa. *Nature* 142, 377.
- 1938: More discoveries of Australopithecus. *Nature* 141, 828.
- 1938: Further Evidence on the Structure of the South African Pleistocene Anthropoids. *Nature* 142, 897.
- 1939: The Dentition of the Transvaal Pleistocene Anthropoids, Plesianthropus and Paranthropus. *Ann. Transv. Mus.* 19, 303.
- 1941: Structure of the Sterkfontein ape. *Nature* 147, 86.
- 1941: Mandible of a Young Paranthropus Child. *Nature* 147, 607.
- 1942: The Hand of the ape-man Paranthropus robustus. *Nature* 149, 513.
- 1945: Age of the South African ape-man. *Nature* 155, 389.
- 1947: Discovery of a new skull of the South African ape-man, Plesianthropus. *Nature* 159, 672.
- 1947: The upper milk molars on the ape-man Plesianthropus. *Nature* 159, 602.
- 1947: The mandible of the Sterkfontein ape-man, Plesianthropus. *S. Afric. Sc.* 1, 14.
- 1947: Jaw of the male Sterkfontein ape-man. *Nature* 153.
- 1948: Size of the brain in the ape-man, Plesianthropus. *Nature* 161, 438.
- 1949: The ape-man. *Scientific Amer.* 181, 20.
- 1949: Another new type of fossile ape-man. *Nature* 163, 57.
- 1949: Jaw of the ape-man Paranthropus crassidens. *Nature* 163, 903.
- 1950: Note on the skull of the Swartkrans ape-man Paranthropus crassidens. *Amer. J. Physic. Anthropol.* 8.
- 1950: Notes on the Pelvis of the fossil ape-man. *Amer. J. Physic. Anthropol.* 8.
- 1950: The genera and species of South Africa fossil ape-man. *Amer. J. Physic. Anthropol.* 8, 1.
- 1950: Finding the missing link. Watts, London.
- BROOM, R., and ROBINSON, J. T., 1947: Two features of the Plesianthropus skull. *Nature* 159, 809.



- — 1947: Further remains of the Sterkfontein ape-man *Plesianthropus*. *Nature* **160**, 430.
- — 1949: A new type of fossil man. *Nature* **164**, 322.
- — 1949: Thumb of the Swartkrans ape-man. *Nature* **164**, 841.
- — 1949: The lower end of the femur of *Plesianthropus*. *Ann. Transv. Mus.* **21/2**.
- — 1949: A new mandible of the ape-man, *Plesianthropus transvaalensis*. *Amer. J. Physic. Anthropol.* **7**, 123.
- — 1951: Eruption of the permanent teeth in the South African fossil ape-man. *Nature* **167**, 443.
- — 1952: Swartkrans ape-man *Paranthropus crassidens*. *Transv. Mus. Mem.* **4**.
- BROOM, R., ROBINSON, J. T., and SCHEPERS, G. W. H., 1950: Sterkfontein ape-man *Plesianthropus*. *Transv. Mus. Mem.* **4**.
- — — 1950: Further evidence of the structure of the Sterkfontein ape-man *Plesianthropus*. *Transv. Mus. Mem.* **4**.
- BROOM, R., and SCHEPERS, G. W. H., 1946: The South African fossil ape-men: The Australopithecinae. *Transv. Mus. Mem.* **2**.
- CLARK, F. H., 1952: Pleistocene glacial ecology and the evolution of „classic Neandertal“ man. *S. West. I. Anthropol.* **8/4**.
- CLARK, J. D., 1939: Stone age sites in northern Rhodesia and the possibilities of future research. *Rhodes. Liv. Mus. Occ. Pap.* **1**.
- 1939: Primates of the American Oligocene. *Bull. Geol. Soc. Amer.* **50**.
- 1946: Significance of the Australopithecinae. *Nature* **157**, 863.
- CLARK, W. E., LE GROS, 1922: Rhodesian man. *Man* **28**, 206.
- 1926: The Chancelade skull. *Man* **26**, 127.
- 1934: Early forerunners of man. *Ballière, Tindall and Cox*, London.
- 1938: General features of the Swanscombe skull bones. The endocranial cast of the Swanscombe skull bones. *J. Roy. Anthropol. Inst.* **68**, 58.
- 1938: The endocranial cast of the Swanscombe fossil. *J. Anat. London* **72**, 472.
- 1940: Palaeontological evidence bearing on human evolution. *Biol. Rev.* **15**, 202.
- 1940: The relationship between *Pithecanthropus* and *Sinanthropus*. *Nature* **145**, 70.
- 1945: *Pithecanthropus* in Peking. *Antiquity* **19**, 155.
- 1947: The importance of the fossil Australopithecinae in the study of human evolution. *Sc. Progr.* **139**, 377.
- 1947: Observation on the anatomy of the fossil Australopithecinae. *J. Anat.* **81**, 300.
- 1947: The premaxilla on the ancestry of man. *Nature* **159**.
- 1948: African fossil primates discovered during. *Nature* **161**, 667.
- 1949: History of the primates. *Brit. Mus. Nat. Hist. London*.
- 1950: New palaeontological evidence bearing on the evolution of the hominidea. *Quart. J. Geol. Soc.* **105**, 225.
- 1950: South African fossil hominoids. *Nature* **166**, 791.
- 1951: Comments on the dentition of the fossil Australopithecinae. *Man* **51**, 18.
- 1951: A note on certain cranial indices on the Sterkfontein skull n. 5. *Amer. J. Physic. Anthropol.* **10**, 119.
- 1952: Hominid characters of the Australopithecine dentition. *J. Roy. Anthropol. Inst.* **80**, 37.
- 1952: Report on the fossil hominoid material collected by the British Kenya-Miocene-Expedition 1949—1951. *Proc. Zool. Soc. London* **122**, 272.
- 1954: The antiquity of *Homo sapiens* in particular and of the Hominidea in general. *Sc. Progr.* **167**, 377.
- CLARK, W. E., LE GROS, and LEAKEY, L. S. B., 1951: The miocene Hominoidea of East Africa. *Brit. Mus. Nat. Hist. London*.
- CLARK, W. E., LE GROS, and HOOTON, E., 1947: Up from the ape. New York.
- CLARK, W. E., LE GROS, and THOMAS, D. P., 1951: Associated jaws and limb bones of *Linnopithecus macinnesi*. Fossil mammals of Africa. *Brit. Mus. Nat. Hist. London*.
- CLARK, J. D., WELLS, L., OAKLEY, K., and MCCHELLAND, J., 1950: New studies on Rhodesian man. *J. Roy. Inst.* **77**, 7.
- DART, R. A., 1925: Australopithecus africanus: the man-ape of South Africa. *Nature* **115**, 195.
- 1929: A note on the Taungs skull. *S. Afric. J. Sc.* **26**, 648.
- 1934: The dentition of *Australopithecus africanus*. *Fol. anat. japon.* **12**, 207.
- 1940: The Status of *Australopithecus*. *Amer. Physic. Anthropol.* **26**, 167.
- 1948: The Makapansgat protohuman *Australopithecus prometheus*. *Amer. J. Physic. Anthropol.* **6**, 259.

- 1948: The adolescent mandible of *Australopithecus prometheus*. Amer. J. Physic. Anthropol. 6, 391.
- 1949: The cranio-facial fragment of *Australopithecus prometheus*. Amer. J. Physic. Anthropol. 7, 187.
- 1949: The first pelvic bones of *Australopithecus prometheus*. Amer. J. Physic. Anthropol. 7, 255.
- 1949: Innominate fragments of *Australopithecus prometheus*. Amer. J. Physic. Anthropol. 7, 301.
- DARWIN, CH.: Die Entstehung der Arten usw. Übers. v. BRONN, H. G., Stuttgart.
- DELATTRE, A., 1951: Du crâne animal au crâne humain. Masson, Paris.
- DOBZHANSKY, TH., 1944: On species and races of living and fossil man. Amer. J. Physic. Anthropol. 2, 251.
- DRENNAN, M. R., 1929: An australoid skull from the Cape Flats. J. Roy. Anthropol. Inst. 59.
- DUBOIS, E., 1894: *Pithecanthropus erectus*, eine menschenähnliche Übergangsform aus Java. Batavia.
- 1897: Sur le rapport du poids de l'encéphale avec la grandeur du corps chez les mammifères. Bull. Soc. Anthropol. Paris, Ser. 4, 8.
- 1920: The Proto-Australien fossil man of Wadjak, Java. K. Akad. v. Wetensch. 23, 1013.
- 1926: Figures of the femur of *Pithecanthropus erectus*. K. Akad. v. Wetensch. 2, 1275.
- 1936: Racial identity of *homo soloensis* Oppenoorth (including *homo modjokertensis* v. Königswald) and *Sinanthropus pekinensis* Davidson Black. K. Akad. v. Wetensch. 39.
- 1937: On the fossil human skull recently discovered in Java and *Pithecanthropus erectus*. Man 27, 1.
- DUCKWORTH, W. L. H., 1925: The fossil anthropoid ape from Taungs. Nature 115, 236.
- EHGARTNER, W., 1949: Zur stammesgeschichtlichen Einstufung von *Australopithecus prometheus* DART. Mitt. österr. Ges. Anthropol. Ethnol. Prähist. 78.
- 1950: Fossile Menschenaffen aus Südafrika, *Australopithecinae*. Mitt. Anthropol. Ges. Wien 80, 157.
- 1951: Zur odontologischen Bedeutung der australopithecinen Menschenaffen. Österr. Dent. Zschr. 9.
- FALKENBURGER, F., 1954: Kritische Bemerkungen zur Entwicklung des Sapienstypus. Veröff. Intern. Kongr. Anthropol. Ethnol., Wien, 1, 105.
- FRAIPONT, L., et LOHEST, M., 1887: Recherches ethnographiques sur des ossements humains découverts dans les dépôts d'une grotte quarternaire à Spy. Gent.
- FRASSETTO, F., 1948: Nuovi orientamenti negli studi di Palaeontologia umana. L'occipitale fossile di Quinzano ed il cranio di Londra. Palaeontographia Italica 43.
- 1949: Di una nuova classificazione delle razze umane fossili alla luce del digenismo. Hist. Nat. 3.
- GIESELER, W., 1936: Abstammungs- und Rassenkunde des Menschen. 1. Rau, Öhringen.
- 1940: Die urgeschichtlichen Menschenfunde aus dem Lonetal und ihre Bedeutung für die deutsche Urgeschichte. Wiss. Akad. Tübingen 1, 102.
- GIESELER, W., u. MOLLISON, TH., 1928: Untersuchungen über den Oldowayfund. Verh. Ges. phys. Anthropol. 3, 50.
- GORJANOVIĆ-KRAMEERGER, K., 1901, 1902, 1905: Der palaeolithische Mensch und seine Zeitgenossen aus dem Diluvium von Krapina und Kroatien. Mitt. Anthropol. Ges. Wien 31, 32, 35.
- 1906: Der diluviale Mensch von Krapina in Kroatien. Wiesbaden.
- GOUDRY, A., 1878: Les enchainements du monde animal. Mammifères tertiaires. Paris.
- 1890: Le Dryopitèque. Mém. Soc. France, Paleontol. 1.
- GRAHMANN, R., 1952: Urgeschichte der Menschheit. Kohlhammer, Stuttgart.
- GREGORY, W. K., 1916: Studies on the evolution of the primates. Bull. Amer. Mus. 35.
- 1922: The Origin and Evolution of the human dentition. Williams-Willkins, Baltimore.
- 1926: Palaeontology of the human dentition: Ten structural stages in the evolution of the cheek teeth. Amer. J. Physic. Anthropol. 9, 401.
- 1927: How near is the relationship of man to the chimpanzee-gorilla stock? Quart. Rev. Biol. 2, 549.
- 1949: The bearing of the *Australopithecinae* upon the problem of man's place in nature. Amer. J. Physic. Anthropol. 7.
- 1951: Evolution emerging. Macmillan, New York.
- GREGORY, W. K., and HELLMANN, M., 1923: Further notes on the molars of *Hesperopithecus* and of *Pithecanthropus*. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. 48, 509.



- — 1926: The Dentition of *Dryopithecus* and the origin of man. *Anthrop. Pap. Amer. Mus. Nat. Hist.* **28**, 1.
- — 1938: Evidence of the Australopithecine man-apes on the origin of man. *Science* **88**, 615.
- — 1938: South African fossil man-apes and the origin of the human dentition. *J. Amer. Dent. Assoc.* **26**, 558.
- — 1939: The dentition of *Australopithecus* (*Plesianthropus*) *transvaalensis*. *Ann. Transv. Mus.* **19**, 200.
- — 1939: The dentition of the extinct South African man-apes *Australopithecus* (*Plesianthropus*) *transvaalensis*. A comparative and phylogenetic study. *Ann. Transv. Mus.* **19**, 339.
- — 1939: Fossil man-apes of South Africa. *Nature* **143**, 25.
- — 1940: The extinct South African man-apes. (Abstract) *Amer. J. Physic. Anthropol.* **27**, 14.
- — 1945: Revised reconstruction of the skull of *Plesianthropus transvaalensis*. *Amer. J. Physic. Anthropol.* **3**, 267.
- GREGORY, W. K., HELLMAN, M., and LEWIS, G. E., 1938: Fossil anthropoids of the Yale-Cambridge India Expedition of 1935. *Carnegie Inst. Washington Publ.* **495**.
- HANSER, O., 1909: Découverte d'un squelette de type de Neandertal. *Paris*.
- HEBERER, G., 1935: Zur Altersfrage der afrikanischen Menschenfunde. *Zschr. Rassenk.* **2**, 237.
- 1940: Die jüngere Stammesgeschichte des Menschen. In: *Just Hdb. d. Erbbiol.* **1**, Springer, Berlin.
- 1940: Neue Aspekte in der menschlichen Phylogenetik. *Universitas* **6**.
- 1944: Das Neandertalproblem und die Herkunft der heutigen Menschheit. *Jen. Zschr. Med. Naturw.* **77**, 262.
- 1948: Die südafrikanischen Australopithecinen und ihre phylogenetische Bedeutung. *Zschr. Naturforsch.* **37**, 302.
- 1950: Das Präsiapiens-Problem. *Moderne Biologie. Festschr. Hans Nachtsheim*. Peters, Berlin.
- 1951: Neue Ergebnisse der menschlichen Abstammungslehre. *Musterschmidt*, Göttingen.
- 1951: Bemerkungen zum Präsiapiens-Problem. *Homo* **2**, 4.
- 1953: Anthropologie, Paläontologie und Abstammungslehre. *Münch. med. Wschr.* **95**, 127, 1954; **96**, 121, 1955; **97**, 117.
- 1954: Die Auflösung des Piltown-Paradoxons. *Homo* **4**, 145.
- 1954: Vom Vormenschen zum Urmenschen. *Agis* **1**, 48.
- HJORTSJÖ, C. H., 1945: Le crâne de Hylliekroken de l'âge de la pierre nordique ancien, l'époque Ertebölle. *Acta Arch.* **16**.
- HENNIG, E., 1950: Der Werdegang des Menschengeschlechts. *Matthiessen*, Tübingen.
- HENRI-MARTIN, G., 1946: Note préliminaire sur un niveau Tayacien dans la station pré-historique de Fontéchevade (Charente). *Soc. Préhist. Fr., Bull.* **43**.
- 1947: L'homme fossile tayacien de la grotte de Fontéchevade. *C. R. Acad. Sc.* **225**, 766.
- HERRE, W., 1951: Kritische Bemerkungen zum Giganten-Problem der Summoprimaten auf Grund vergleichender Domestikationsstudien. *Anat. Anz.* **98**, 49.
- HOPWOOD, A. T., 1933: Miocene primates from Kenya. *J. Linn. Soc. London, (Zool.)* **38**, 437.
- HOWELL, F. C., 1951: The place of Neandertal Man in human evolution. *Amer. J. Physic. Anthropol.* **9**, 379.
- HRDLÍČKA, A., 1912: Early man in South America. *Washington*.
- 1925: The Taungs ape. *Amer. J. Physic. Anthropol.* **8**, 379.
- 1926: The Rhodesian man. *Amer. J. Physic. Anthropol.* **9**, 173.
- 1927: The Neandertal phase of man. *J. Anthropol. Inst.* **57**, 249.
- HÜRZELER, J., 1954: Zur systematischen Stellung von *Oreopithecus*. *Verh. Naturf. Ges. Basel* **65**, 88.
- JONES, T. R., 1936: A new fossil primate from Sterkfontein, Krugersdorp, Transvaal. *S. Afr. J. Sc.* **33**, 709.
- KÄELIN, J., 1945: Zur Systematik und Nomenklatur der fossilen Hominiden. *Bull. Schweiz. Ges. Anthropol. Ethnol.* **21**.
- 1946: Zum Problem der menschlichen Stammesgeschichte. *Experientia* **2**.
- 1949: *Paranthropus robustus* Broom. *Arch. Julius-Klaus-Stiftung Vererb.forsch. Sozialanthropol. Rassenh.* **24**, 162.
- 1951: Zum Problem der menschlichen Stammesgeschichte. *Verh. Schweiz. Naturf. Ges.* **59**.



- 1953: Die ältesten Menschenreste und ihre stammesgeschichtliche Bedeutung. In: *Historia mundi* 1. Francke, Bern u. Lehn, München.
- KEITH, A., 1924: Neandertal man in Malta. *J. Anthropol. Inst. London* 54, 251.
- 1925: The fossil anthropoid ape from Taungs. *Nature* 115, 234.
- 1925: The Taungs skull. *Nature* 116, 11.
- 1927: Report on the Galilee skull. London.
- 1931: New discoveries relating to the antiquity of man. Williams-Norgate, London.
- 1938: The prehistoric people of Palestine. *Nature* 141, 340.
- 1938/39: A resurvey of the Anatomical Features of the Piltdown skull with some observations on the Recently discovered Swanscombe skull. *J. Anat.* 73.
- 1949: A new theory of human evolution. Philosophical Library, New York.
- 1951: The dentition of the Australopithecinae. *Man* 51, 70.
- KERN, H. M., and STRAUS, W. L., jr., 1949: The femur of *Plesianthropus transvaalensis*. *Amer. J. Physic. Anthropol.* 7, 53.
- KLAATSCH, H., 1901: Das Gliedmaßenskelett des Neandertalers. *Verh. Anat. Ges.* 15, 121.
- KOHL-LARSEN, 1936: Vorl. Bericht über den Fund eines mitteldiluvialischen Menschenrestes im Njarara-Graben. *Forsch. u. Fortsch. Berlin*.
- 1943: Auf den Spuren des Vormenschen. Strecker u. Schröder, Stuttgart.
- V. KOENIGSWALD, G. H. R., 1933: Ein neuer Urmensch aus dem Diluvium Javas. *Zentralbl. Min. etc.* 1, 29.
- 1935: Die fossilen Säugetierfaunen Javas. *Proc. Akad. v. Wetensch. Amsterdam* 38/2.
- 1936: Erste Mitteilung über einen Hominiden aus dem Altpleistozän Ost-Javas. *K. Akad. v. Wetensch. Amsterdam* 39.
- 1936: Ein fossiler Hominide aus dem Altpleistozän Ost-Javas. *Ingen. ned. Indie* 8, 149.
- 1937: Ein Unterkieferfragment des *Pithecanthropus* aus den Trinilschichten Mittel-Javas. *K. Akad. v. Wetensch. Amsterdam* 40, 883.
- 1938: Neue *Pithecanthropus*-funde. *Forsch. u. Fortsch.* 14, 218.
- 1939: Neue Menschenaffen- und Vormenschenfunde. *Naturw.* 27, 617.
- 1942: The South African man-apes and *Pithecanthropus*. *Carnegie Inst. Washington, Publ.* 530, 205.
- 1950: Fossil hominids from the lower Pleistocene of Java. Report of the Eighteenth Session of the Internat. Geol. Congr., Great Britain 1948, 9.
- 1952: *Gigantopithecus* BLACKIE v. KOENIGSWALD, a giant fossil hominoid from the pleistocene of southern China. *Anthrop. Pap. Amer. Mus. Nat. Hist.* 43, 293.
- 1953: Die Phylogenie des Menschen. *Naturw.* 40, 128.
- 1953/54: The Australopithecinae and *Pithecanthropus*. 1.—3. *K. Akad. v. Wetensch. Amsterdam* 56, 403, 427; 57, 85.
- V. KOENIGSWALD, G. H. R., and WEIDENREICH, F., 1939: The relationship between *Pithecanthropus* and *Sinanthropus*. *Nature* 144, 926.
- LEAKEY, L. S. B., 1935: The stone age races of Kenya. London.
- 1942: The Naivasha fossil skull and skeleton. *J. East Africa Nat. Hist. Soc.* 16.
- 1943: Miocene anthropoid mandible from Rusinga Kenya. *Nature* 152, 319.
- 1948: Skull of *Proconsul* from Rusinga Island. *Nature* 162.
- 1950: The age of *homo sapiens*. *Mankind* 4, 196.
- LEONARDI, P., 1942: Risultati paleontologici de uno scavo sistematico nel deposito pleistocenico di Quinzano. *Pont. Acad. Sc. Comment.* 4.
- MAHONY, D. J., 1943: The problem of antiquity of man in Australia. *Mem. Nat. Mus. Victoria Melbourne* 13.
- MANFRIN, G., 1948: Nuove scoperte intorno all'esistenza di *Fanernantropi* nel pleistocene antio (Quinzano e Fontcouverte). *Riv. Sc. Preist.* 3.
- MARCOZZI, V., 1944/45: Il *Sinanthropus pekinensis* D. BLACK. Osservazioni anthrop. *Atti d. Istit. Ven. Sc., Lettere et Arti* 104.
- 1952: Australopithecinae. Osservazioni anthrop. *Riv. Sc. Preist.* 7, 3.
- 1953: Osservazioni sui denti della Australopithecinae. *Riv. Sc. Preist.* 8, 3.
- MARSTON, M., 1938: Report on the Swanscombe skull. *J. Roy. Anthropol. Inst.* 67.
- MATIEGKA, J., 1924: La crâne de Podbaba. *Anthropologie Prag* 2.
- 1929: The skull of the fossil man „Brno III“, and the Cast of its interior. *Anthropologie Prag* 7.
- MARTIN, H., 1926: L'enfant fossile de la Quina. Angoulême.
- MCCOWN, T. C., and KEITH, A., 1939: The stone age of Mount Carmel, 2. The fossil human remains from the Levallois-Mousterian, 2. Clarendon Press, Oxford.
- MCCURDY, G. G., 1937: Early man. London.

- McINNES, D. G., 1943: Notes on the East African miocene primates. *J. East Africa Uganda Nat. Hist. Soc.* **17**, 141.
- MIDDLETON-SHAW, J. C., 1939: Further remains of a Sterkfontein ape. *Nature* **143**, 117.
- 1940: Concerning some remains of a new Sterkfontein primate. *Ann. Transv. Mus.* **20**, 145.
- MOLLISON, TH., 1910: Die Körperproportionen der Primaten. *Morph. Jb.* **42**.
- MONTAGU, A., 1943: Variation of the diastemata in the dentition of the anthropoid apes and its significance for the origin of man. *Amer. J. Physic. Anthropol.* **1**.
- 1944: An early Swanscombe skull. *Nature* **347**.
- MONTANDON, G., 1938: Perspectives de phylogénie humaine suggérées par la morphologie auriculaire et dentaire de Sinanthrope. *Rev. sc.* **12—15**, 561.
- 1939: Les dents des Paranthropiens. *Rev. sc.* **77**, 635.
- 1943: L'homme préhistorique et les préhumains. Payot, Paris.
- MORANT, G. M., 1938: The form of the Swanscombe skull. *J. Roy. Anthropol. Inst.* **68**, 67.
- MORTON, D. J., 1922—1924: The evolution of the human foot. *Amer. J. Physic. Anthropol.* **7**.
- MOVIUS, H. L., 1944: Early man and Pleistocene Stratigraphy in Southern and Eastern Asia. *Pap. Peab. Mus. Amer. Arch. Ethnol. Harvard University* **19**.
- 1948: Tayacien man from the cave of Fortéchevade (Charente). *Amer. Anthropol.* **50**.
- 1948: The lower paleolithic cultures of Southern and Eastern Asia. *Trans. Amer. Phil. Soc.* **38**.
- 1953: The mousterian cave of teshik-tash. Southwestern Urbekistan. Central Asia. *Amer. School prehist. Res. Bull.* **17**.
- OAKLEY, K. P., 1950: Relative dating of the Piltdown skull. *Rep. Brit. Ass.*
- 1952: Swanscombe man. *Proc. Geol. Ass.* **63**, 271.
- 1953: Dawn man in South Africa. *Roy. Inst. Great Brit. Weakl. Ev. Meet. Nov.* **20**, 1.
- 1954: The dating of the Australopithecinae of Africa. *Amer. J. Physic. Anthropol.* **12**, 9.
- OAKLEY, K. P., and HOSKINS, C. R., 1950: New evidence on the antiquity of Piltdown man. *Nature* **165**.
- OAKLEY, K. P., and MONTAGU, M. F. A., 1949: A reconsideration of the Galley Hill skeleton. *Bull. Brit. Mus. Nat. Hist. Geol.* **1**, 27.
- OAKLEY, K. P., and MORANT, G. M., 1939: Ein Menschenschädel altpaläolithischen Alters von Swanscombe Kent, Quartär **2**, 54.
- PEI, W. C., 1931/32: Notice of the discovery of Quartz and other stone artifacts in the lower Pleistocene hominid-bearing sediments of the Choukoutien deposit. *Bull. Geol. Soc. China* **11**.
- 1939: An attempted correlation of quarternary geology, palaeontology and prehistory in Europe and China. *Occ. Pap. Inst. Archeol. University London* **2**.
- PILGRIM, G. E., 1927: A Sivapithecus palate and other primate fossils from India. *Palaeont. India* **14**, 1.
- PIVETAU, 1954: L'homme plus vieux de quelque million d'années. *Les nouvelles littéraires.* **1405**.
- PORTMANN, A., 1951: Biologische Fragmente zu einer Lehre vom Menschen. 2. Aufl. Schwabe, Basel.
- PYCRAFT, W. P., 1928: Rhodesian man and associated remains. *Brit. Mus. London*.
- QUATREFAGES, A. M., 1884: Hommes fossiles et hommes sauvages. Paris.
- QUENSTEDT, W., 1936: Fossilium Catalogus. Pars 74: Hominidae fossiles. Junk, s'-Gravenhage.
- REMANE, A., 1921: Zur Beurteilung der fossilen Anthropoiden. *Centralbl. Min.* **335**.
- 1921: Beiträge zur Morphologie des Anthropoidengebisses. *Arch. Naturgesch.* **87**, div. A. N. **11**.
- 1951: Die Zähne des Meganthropus africanus. *Zschr. Morph.-Anthropol.* **42**, 311.
- 1952: Der vordere Molar ( $P_3$ ) von Australopithecus prometheus und morphologische Stellung des Australopithecinegebisses. *Zschr. Morph. Anthropol.* **43**, 288.
- 1952: Methodische Probleme der Hominidenphylogenie. *Zschr. Morph. Anthropol.* **44**, 188.
- ROBINSON, I. T., 1952: Some hominid feature of the ape-man dentition. *Off. I. Dent. Ass. South Africa* **1**.
- 1952: Note on the skull of Proconsul africanus. *Amer. J. Physic. Anthropol.* **7**.
- 1953: Meganthropus, Australopithecus and Hominids. *Amer. J. Physic. Anthropol.* **11**.
- 1953: Telanthropus and its phylogenetic significance. *Amer. J. Physic. Anthropol.* **11**, 445.
- 1954: The genera and species of the Australopithecinae. *Amer. J. Physic. Anthropol.* **12**, 181.



- 1954: The Australopithecinae occiput. *Nature* **174**, 262.
- SALLER, K., 1930: Leitfaden der Anthropologie. Springer, Berlin.
- 1934: Die Ursprungsformen der deutschen Rassen. Eine Übersicht. *Anat. Anz.* **77**, 321.
- 1949: Art- und Rassenlehre des Menschen. Schwabe, Stuttgart.
- SARASIN, F., 1928: Zur Frage der prähistorischen Besiedlung von Amerika. *Denkschr. Schweiz. Naturforsch. Ges.* **64/3**.
- SCHEPERS, G. H. W., 1946: The South African fossil ape-man. The Australopithecinae. *Transv. Mus. Mem.* **2**.
- SCHINDEWOLF, O. H., 1950: Der Zeitfaktor in Geologie und Paläontologie. *Wissenschaftl. Biol.* **73**, H. 5/7. Schweizerbart, Stuttgart.
- 1952: Evolution vom Standpunkt eines Paläontologen. *Schweiz. Paläont. Ges.* **31**, Jv. In: *Ecl. geol. Helv.* **45**, 374.
- SCHOCH, E., 1953: Kritische Bemerkungen zur Australopithecinenfrage. *Homo* **4**, 121.
- SCHOETENSACK, O., 1908: Der Unterkiefer des Homo heidelbergensis aus den Sanden von Mauer bei Heidelberg. Leipzig.
- SCHULTZ, A. H., 1925: Embryological evidence of the evolution of man. *J. Washington Acad. Sc.* **15**, 247.
- 1926: Fetal growth of man and other primates. *Quart. Rev. Biol.* **1**, 465.
- 1931: Man as a primate. *Sc. Month.* **33**, 385.
- 1932: Human variations. *Sc. Month.* **34**, 360.
- 1936: Characters common to higher primates and characters. *Specifics for man.* *Quart. Rev. Biol.* **11**, 259, 425.
- 1950: The physical distinction of man. *Amer. Phil. Soc.* **94**, 428.
- SCHWABE, G., 1899: Studien über *Pithecanthropus erectus* DUBOIS. *Zschr. Morph. Anthropol.* **1**.
- 1901: Der Neandertalschädel. *Bonner Jb.* **106**, 1.
- 1906: Das Schädelfragment von Brück. *Zschr. Morph. Anthropol.* **81**.
- 1919: Studien über das Femur von *Pithecanthropus erectus* DUBOIS. *Zschr. Morph. Anthropol.* **21**, 289.
- 1923: Die Abstammung des Menschen und die ältesten Menschenformen. *Kultur d. Gegenw.* **3/5**, 223.
- SCHWARZ, E., 1936: The Sterkfontein ape. *Nature* **138**, 969.
- SELLARDS, E. H., 1947: Early man in America index to localities an selected bibliography 1940—1945. *Bull. Geol. Soc. Amer.* **58**.
- SENYUREK, M. S., 1941: The dentition of *Plesianthropus* and *Paranthropus*. *Ann. Transv. Mus.* **20**, 293.
- SERGI, S., 1931: Le crâne neandertalien de Saccopastore (Rome). *Anthropol. T.* **41**, 241.
- 1939: Der Neandertaler des Monte Circeo. *Zschr. Rassenk.* **10**, 112.
- 1944: Craniometria e craniografia del primo paleantropo di Saccopastore. *Ric. Morf.*
- 1948: Il cranio del secondo paleantropo di Saccopastore. *Paleaont. Italica* **42**, 2.
- 1948: The Paleantropi in Italia. The fossil man of Saccopastore and Circeo. *Man* **48**.
- SIMPSON, G. G., 1944: Tempo and mode in evolution. Columbia Univ. Press, New York.
- 1945: The principles of classification and a classification of mammals. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* **85**, 1.
- SINGER, R., 1954: The Saldanha skull from Hopefield, South Africa. *Amer. J. Physic. Anthropol.* **12**, 345.
- SMITH, E., 1925: The fossil anthropoid ape from Taungs. *Nature* **115**, 235.
- SOERGEL, W., 1938: Das Eiszeitalter. Fischer, Jena.
- 1938: The Swanscombe Committee of Royal Anthropological Institute. Report on the Swanscombe skull. *J. Roy. Anthropol. Inst.* **68**.
- SOLLAS, W. J., 1926: A sagittal section of the skull *Australopithecus africanus*. *Quart. J. Geol. Soc.* **82**, 1.
- STORCH, O., 1948: Die Sonderstellung des Menschen in Lebensabschnitt und Vererbung. Springer, Berlin.
- STRATUS, W. jr., 1948: The humerus of *Paranthropus robustus*. *Amer. J. Physic. Anthropol.* **6**, 285.
- 1954: The great Piltdown hoax. *Science* **119**, 265.
- TEILHARD, CH. DE, 1948: La question de l'homme fossile. *Decouvertes recentes et problemes actuels.* Edit. Psyché.
- 1950: Les Australopithèques et le chaînon manquant (ou „Missing Link“) de l'évolution. *Etudes*.
- TESTUT, L., 1889: Recherches anthropologiques sur le squelette quaternaire de Chancelade. *Bull. Soc. Anthropol. Lyon* **8**.
- TOPINARD, P., 1891: L'homme dans la nature. Paris.



- TRATZ, E., und HECK, H., 1954: Der afrikanische Anthropeide „Bonobo“, eine neue Menschenaffengattung. Säugetierkde. Mitt. **2**, 97.
- TREVOR, L. C., 1953: A new fossil man from South Africa. *Nature* **172**.
- ULLRICH, H., 1954: Die sogenannte Neandertal-Bestattung in der Grotte Kiik Koba und Teschik Tasch. *Urania* **17**, 268.
- VALLOIS, H. V., 1947: Un Homme fossile Tayacien en Charente. *L'Anthropologie* **51**, 373.
- 1947: Un nouveau Plesianthrope. *L'Anthropologie* **51**, 543.
- 1949: L'antiquité de l'Homme en Australie. *L'Anthropologie* **53**, 158.
- 1949: The Fontéchevade fossil man. *Amer. J. Physic. Anthropol.* **7**, 339.
- 1951: Le femur attribué aus Plesianthropus transvaalensis. *L'Anthropologie* **55**, 320.
- 1954: Neandertal and Praesapiens. *J. Roy. Anthropol. Inst.* **84**, 1.
- 1954: La capacité crânienne chez les primates superieurs et le Rubicon cerebral. *C. r. Acad. Sc.* **238**, 1349.
- VALLOIS, H. V., et MOVIUS, H. L. jr., 1952: Catalogue des Hommes fossiles. *Comptes rendus de la 19. Session*.
- VAUFREY, R., 1948: Age du crâne d'Eyassi. *L'Anthropologie* **52**.
- VLČEK, E., 1953: Find of Neandertal Man in Slovakia. *Slov. Archol.* **1**, 5/102.
- VIRCHOW, H., 1920: Die menschlichen Skelettreste aus dem Kämpfeschen Bruch im Travertin von Ehringsdorf bei Weimar. Leipzig.
- WALKHOFF, O., 1911: Neue Untersuchungen über die menschliche Kinnbildung. *Dtsch. Zahnheilk.* **H. 22**.
- WEIDENREICH, F., 1924: Die Sonderform des Menschenschädels als Anpassung an den aufrechten Gang. *Zschr. Morph. Anthropol.* **24**, 157.
- 1928: Entwicklungs- und Rassentypen des Homo primigenius. *Natur u. Mus.* **58**, 1.
- 1931: Sinanthropus pekinensis und seine Bedeutung für die Abstammungsgeschichte des Menschen. *Naturw.* **19**, 817.
- 1931: Über die systematische Stellung des Australopithecus africanus DART. *Natur u. Mus.* **61**, 229.
- 1934: Das Menschenkinn und seine Entstehung. *Erg. Anat. Entw. gesch.* **31**.
- 1935: Sinanthropus population of Choukoutien. *Bull. Geol. Soc. China* **14**, 427.
- 1936: The mandibles of Sinanthropus pekinensis. *Palaeontol. Sin.* **D 7/3**.
- 1937: The dentition of Sinanthropus pekinensis. A comparative odontography of the hominids. *Palaeont. Sin.* **D 1**.
- 1938: Pithecanthropus and Sinanthropus. *Nature* **141**, 378.
- 1940: Man or ape? *Nat. Hist. N.Y.* **45**, 1.
- 1943: The skull of Sinanthropus pekinensis. *Palaeont. Sin.* **D 10**, 1.
- 1943: The Neandertal man and the Ancestors of Homo sapiens. *Amer. Anthropol.* **45**, 39.
- 1945: Giant Early man from Java and South China. *Anthropol. Pap. Amer. Mus. Nat. Hist.* **40**, 1.
- 1945: The keilor skull: A Wadjak type from South East Australia. *Amer. J. Physic. Anthropol.* **3**.
- 1945: The paleolithic child from the Aeshik-Tash cave in southern Uzbekistan. *Amer. J. Physic. Anthropol.* **3**.
- 1946: Apes, giants and man. Chicago.
- 1946: Report on the latest discoveries of early man in the Far East. *Experientia Basel* **2**.
- 1947: The trend of human evolution. *Evolution* **1**, 221.
- 1948: The human brain in the light of phylogenetic development. *Sc. Month.* **67**.
- 1951: Morphology of solo man. *Anthropol. Pap. Amer. Mus. Nat. Hist.* **43**.
- WEIDENREICH, F., WIEGERS, F., u. SCHUSTER, E., 1928: Der Schädel Fund von Weimar-Ehringsdorf. Fischer, Jena.
- WEINER, J. S., und OAKLEY, K. P., 1954: The Piltdown fraud: Available evidence reviewed. *Amer. J. Physic. Anthropol.* **12**, 1.
- WEINER, J. S., OAKLEY, K. P., und CLARK, W. E., LE GROS, 1955: Further contributions to the solution of the Piltdown problem. *Bull. Brit. Mus. Nat. Hist.* **2**, 6.
- WEINERT, H., 1925: Die Ausbildung der Stirnhöhlen als stammesgeschichtliches Merkmal. *Zschr. Morph. Anthropol.* **25**, 243.
- 1930: Menschen der Vorzeit. Ein Überblick über die altsteinzeitlichen Menschenreste. Enke, Stuttgart.
- 1936: Der Urmenschenschädel von Steinheim. *Zschr. Anthropol.* **35**, 463.
- 1944: Ursprung der Menschheit. 2. Aufl. Enke, Stuttgart.
- 1948: Die Riesenaffenmenschen und ihre stammesgeschichtliche Bedeutung. Müller und Steinicke, München.

- 1950: Über die neuen Vor- und Frühmenschenfunde aus Afrika, Java, China und Frankreich. Zschr. Morph. Anthropol. **42**, 113.
  - 1951: Zur Frage des Gigantenproblems der Summoprimaten. Anat. Anz. **98**, 279.
  - 1951: Stammesentwicklung der Menschheit. Die Wissensch. **104**, Vieweg, Braunschweig.
  - 1954: Zur neuen angeblichen Lösung des Piltown-Problems. Zschr. Morph. Anthropol. **46**, 304.
- WERTH, E., 1928: Der fossile Mensch. Borntraeger, Berlin.
- WOOD JONES, F., 1944: The antiquity of man in Australia. Nature **153**.
- WOODWARD, A. S., 1925: The fossil anthropoid ape from Taungs. Nature **235**.
- YERKES, R. M., und YERKES, A., 1929: The great apes. A study of anthropoid life. New Haven.
- ZUCKERMAN, S., 1950: South African fossil anthropoid. Nature **165**, 652.
- 1950: South African fossil hominids. Nature **166**, 158.
  - 1950: Taxonomy and human evolution. Biol. Rev. **25**, 435.

## E. Klassifikation der Menschenrassen

Auf den geschilderten Grundlagen bauen die Versuche auf, die heutigen Menschenrassen zu klassifizieren. Es ist klar, daß die Unterlagen vielfach noch zu dürftig sind, um zu sicheren Aufstellungen zu kommen. Eine weitere große Schwierigkeit liegt darin, daß das Wesen der Rassen nach biologischer Anschauung nicht starr ist, sondern die Bilder ständig wechseln. Wir können heute genau genommen gar keine Rasseneinteilungen im alten Sinn mehr treffen, sondern müssen uns an die Fortpflanzungsgemeinschaften der Völker und ähnlicher Gruppen halten. Das hat auch KEITH (1949) in seinem letzten Werk ausgeführt. So sind dann alle Einteilungsversuche der heutigen Rassen zu beurteilen. Mehr als eine ganz grobe Übersicht kann man von ihnen der Natur der Sache nach nicht verlangen und zu mehr wird auch keine Einteilung je kommen können, wenn sie mit der Wirklichkeit in Übereinstimmung bleiben soll.

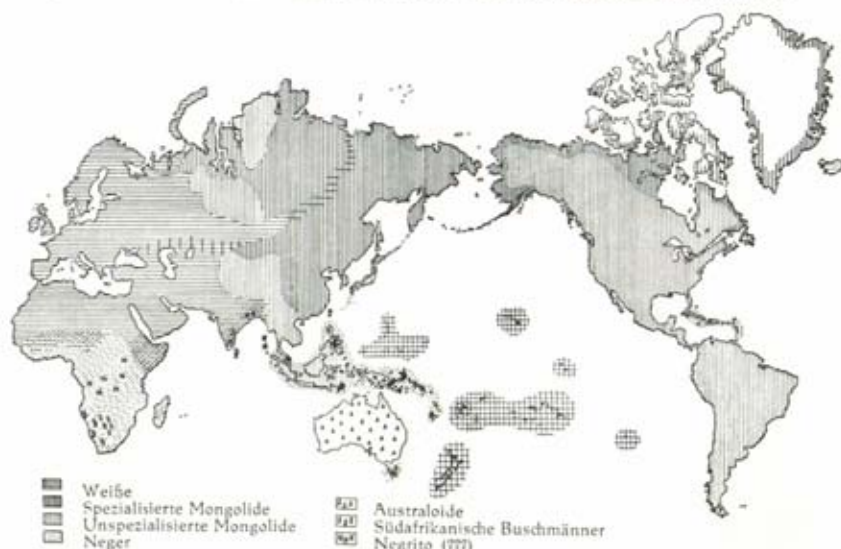


Abb. 78. Die Verteilung der Weltrassen 1492 (vor der Entdeckung Amerikas) (nach HOWELLS).

BLUMENBACH hatte in seinem ersten Einteilungsversuch fünf Varietäten, die kaukasische, mongolische, äthiopische, amerikanische und malayische angenom-



men; ihm folgen heute noch viele Lehrbücher der Geographie. Andere Autoren stellen im Anschluß an CUVIER nur drei Hauptrassen auf, die nach der Hautfarbe gewöhnlich als weiße oder leukoderme, als gelbe oder xanthoderme und als schwarze oder melanoderme bezeichnet werden. Dazu werden dann neuerdings noch kleinere Gruppen von „Rassensplittern“ (Pygmäen, Australomelanesiser, Paläoasiaten usw.) unterschieden (Abb. 78). WILSER (1911) möchte für die drei Hauptstämme der Menschheit die Termini *H. europaeus*, *H. niger* s. *afer* und *H. brachycephalus* s. *asiaticus* einführen. Innerhalb dieser Hauptrassen werden dem vermutlichen Alter und der Stufe der Entwicklung nach von STRATZ (1903) dann wieder protomorphe (ursprüngliche), archimorphe (herrschende), metamorphe (gemischte) Rassen unterschieden. Dieser Einteilung schließt sich auch FRITSCH (1910) an, dessen Rassentafel vorwiegend auf geographischen Gesichtspunkten aufgebaut ist. Leider sind unsere Forschungen aber noch nicht weit genug fortgeschritten, um die genealogischen Beziehungen und Zusammenhänge der einzelnen Rassen schon mit Sicherheit feststellen zu können. BOAS (1908) nimmt sogar nur zwei fundamentale Rassen an, aus welchen die anderen Rassen als Mutanten in früheren geologischen Perioden hervorgegangen sein sollen. Es sind dies: 1. Die indische Ozeanrasse (Negroide: Afrikaner und dunkle Bewohner der Südsee, Mutanten derselben: Australier und afrikanische Pygmäen) 2. Die pazifische Ozeanrasse (Mongoloide: Ostasiaten und Amerikaner; Mutanten derselben: Malayen, Aino und eventuell auch Europäer). Zweifellos müssen gerade zur Klärung solcher genealogischer Zusammenhänge unter den heutigen Menschenrassen die Hauptfunde erst noch gemacht werden.

Es ist nicht zu leugnen, daß diese Einteilungen durchaus ungenügend sind, da *Homo sapiens* ohne Zweifel zu den formenreichsten Arten der Mammalia gehört. Von den bis jetzt vorgeschlagenen detaillierten Klassifikationen, die ausschließlich morphologische Merkmale berücksichtigen, seien die von HAECKEL, DENIKER und v. EICKSTEDT angeführt, obwohl auch sie noch manche Umgestaltung erfahren müssen. Immerhin können sie einstweilen zur allgemeinen Orientierung dienen.

HAECKEL (1908) unterscheidet 5 Species und 12 Subspecies neben zahlreichen Varietäten. Sein Schema, in dem viele Behauptungen mit unseren heutigen Anschauungen freilich in Widerspruch stehen, lautet (in verkürzter Form):

1. *Homo primigenius* (tertiäre Species, primordiale Menschenspecies oder ausgestorbene Stammart), im südlichen Asien entstanden, hinterließ fossile Reste im Diluvium von Europa (Neander, Spyander usw.) und einzelne Ausläufer in Australien (Palinander). Die „präeandertaloide“ Schädelform steht näher dem *Pithecanthropus*-ähnlichen als dem nachfolgenden *Homo sapiens*. Hautfarbe vermutlich dunkelbraun, Haar kymatotrich (wellig, lockig).

2. *Homo phaeodermus* (australoides Species) hat die Charakterzüge des *H. primigenius* am treuesten bewahrt; stark dolichokephal und prognath, mit fliehender Stirn und vorspringenden Überaugenwülsten. Hautfarbe dunkelbraun, Haare schwarz, kymatotrich. Hauptvertreter sind die Ureinwohner von Neuholland, ferner die in Süd-asien und Insulinde noch verbreiteten Weddalen, denen sich die verschiedenen Zweige der Dravida anschließen.

3. *Homo melanodermus* (negroide Species), meistens stark dolichokephal und prognath. Hautfarbe schwarz oder schwarzbraun. Haare stets schwarz und ulotrich (kraus, spiralig, fil-fil) (Trennung in *Eriocomi* und *Lophocomi*, das sind Vließhaare und Büschelhaare). Als ältere Primärvarietäten dieser Art sind zu betrachten: Die Semang und die Akkalen; an erstere schließen sich die höher entwickelten Papua und Melanesier, an letztere die Neger und Kaffern an.

4. *Homo xanthodermus* (mongoloide Species), meist stark brachykephal, oft auch mesokephal, seltener dolichokephal. Gesicht breit, platt, mit vorspringenden Backenknochen. Haut meistens schwach behaart, mit vorwiegend gelbem Grundton. Bei den nordasiatischen Rassen überwiegt der hellgelbe, bei den älteren südlichen Rassen (Ma-



layen, Polynesier) der braungelbe, bei den östlichen amerikanischen Rassen der rötlich-gelbe Ton. Kopfhaare straff, glatt und grob (Lissotriche oder Enthycomi). Als Primärvarietät sind die Malayen, im engeren Sinn die Promalayan in Insulinde zu betrachten, die sich aber bis Neuseeland und Madagaskar ausgebreitet haben. Sekundäre Varietäten sind die Ural-Altaier und die Hyperboräer. Aus den Mongoloiden entstanden auch, vielleicht unter Beimischung leukodermer Elemente, die Urbewohner Amerikas.

5. *Homo leucodermus* (mediterrane Species). Schädelform sehr variabel, meist mesokephal, jedoch auch in die dolichocephale und brachycephale übergehend. Hautfarbe hell, Behaarung ziemlich stark, besonders Bartbehaarung; Haarform vorwiegend wellig (Kymatotriche und Euplocomi). Haarfarbe bald sehr hell (blond und rot), bald dunkler (brünett bis schwarz). Die Primärvarietäten sind dunkel und schließen sich direkt an die Australoiden (Dravida) an. Sekundärvarietäten sind die nubische, die semitische und indogermanische Rasse.

Eingehender ist die Einteilung DENIKERS (1926), die insofern noch von besonderem Interesse ist, als sie auch auf die gegenwärtigen Völkerbegriffe teilweise Bezug hat:

Klassifikation der Varietäten von *Homo sapiens* (nach DENIKER)

- |   |   |  |                                      |                           |        |
|---|---|--|--------------------------------------|---------------------------|--------|
| I. Krauses Haar, breite Nase, gelbliche Haut, steatopyg, kleine Statur, dolichocephal |   |  |                                      |                           |        |
|   |   |  | Buschleute (Hottentott u. Buschmann) | 1                         |        |
| Dunkle Haut   | { | Rötlichbraune Haut,                                      | Negrito (Negrillo und Negrito)       | 2                         |        |
|   |   | sehr kleine Statur, mesokephal                           |                                      |                           |        |
|   |   | Schwarze Haut,   |                                      |                           |        |
|   |   | große Statur, dolichocephal                              |                                      |                           |        |
|   |   | Braunschwarze Haut,                                      | Neger (Nigritier und Bantu)          | 3                         |        |
|   |   | mittlere Statur, dolichocephal                           | Melanesier (Papua u. Melanesier)     | 4                         |        |
| II. Gekräuselter bis welliges Haar  |   |  |                                      |                           |        |
| Dunkle Haut   | { | Rötlichbraune Haut,                                      | Aethiopier                           | 5                         |        |
|   |   | schmale Nase, große Statur, dolichocephal                |                                      |                           |        |
|   |   | Schokoladenbraune Haut,                                  |                                      |                           |        |
|   |   | breite Nase, mittlere Statur, dolichocephal              |                                      |                           |        |
|   |   | Braunschwarze Haut, breite bis                           | Australier                           | 6                         |        |
|   |   | schmale Nase, kleine Statur, dolichocephal               | Dravida                              | 7                         |        |
| Helle, lohgelbe Haut,   |   |  |                                      |                           |        |
|   |   | schmale, gekrümmte Nase mit plumper Spitze, brachycephal | Assyrer                              | 8                         |        |
| III. Welliges, braunes oder dunkles Haar, dunkle Augen.                               |   |  |                                      |                           |        |
| Hellbraune Haut, dunkles Haar,  |   |  |                                      |                           |        |
|   |   | schmale oder konvexe Nase, große Statur, dolichocephal   | Indo-Afghanen                        | 9                         |        |
| Hell-lohgelbe<br>Haut, dunkles<br>Haar  | { | Große<br>Statur,<br>längliches<br>Gesicht                | Adlernase, vorgewölbtes              | Araber<br>oder Semiten    | 10     |
|   |   |  | Hinterhaupt, dolichocephal,          |                           |        |
|   |   |  | elliptisches Gesicht                 |                           |        |
|   |   |  | Gerade, plumpe Nase, dolicho-        |                           |        |
|   |   |  |                                      | kephal, niedriges Gesicht | Berber |
|   |   | Gerade, feine Nase,                                      | Atlanto-Mittel-                      | 12                        |        |
|   |   | mesokephal, ovales Gesicht                               | meer-Europäer                        |                           |        |
|   |   | Kleine Statur, dolichocephal                             | Iberer                               | 13                        |        |
| Gelblich-<br>weiße Haut,<br>braunes Haar  | { | Kleine Statur, ausge-                                    | West-Europäer                        | 14                        |        |
|   |   | sprochen brachycephal, rundliches Gesicht                |                                      |                           |        |
|   |   | Große Statur,  | Adriat. Europäer                     | 15                        |        |
|   |   | brachycephal, längliches Gesicht                         |                                      |                           |        |
| IV. Helles, leicht welliges oder schlichtes Haar, helle Augen.                        |   |  |                                      |                           |        |
| Rötlich-<br>weiße Haut  | { | Leicht welliges, blondes Haar, große Statur,             | Nord-Europäer                        | 16                        |        |
|   |   | dolichocephal  |                                      |                           |        |
|   |   | Schlichtes, flachsfarbenes Haar, kleine Statur,          | Ost-Europäer                         | 17                        |        |
|   |   | mesokephal   |                                      |                           |        |

## V. Straffes bis leicht welliges, dunkles Haar, dunkle Augen.

Hellbraune Haut, stark behaarter Körper, breite konkave Nase, dolichocephal	Aino	18
gelbliche Haut, geringe Körper- behaarung	{ Vorspringende, leicht konvexe Nase, große Statur, elliptische Gesichtsform, brachy- bis mesokephal	Polynesier 19
	{ Geringe Statur, flache, meist konkave Nase, vorstehende Wangenbeine, rautenartige Gesichtsform, dolichocephal	Indonesier 20

## VI. Straffes Haar.

Kleine Statur, vorspringende, gerade, oder konkave Nase, mesodolichocephal		Süd-Amerikaner 21
Gelblich- weiße Haut	{ Gerade od. { Große Statur, mesokephal Adlernase { Kleine Statur, brachycephal	Nord-Amerikaner 22 Zentr.Amerikaner 23
	{ Gerade Nase, große Statur, brachycephal, eckige Gesichtsform	Patagonier 24
Braungelbe Haut, kleine Statur, rundes, flaches Gesicht, dolichocephal		Eskimo 25
	{ Gestülpte Nase, kleine Statur, brachycephal	Lappländer 26
gelblich- weiße Haut	{ Gerade oder konkave Nase, kleine Statur, meso- bis dolichocephal, vorstehende Wangenbeine	Ugrier 27
	{ Gerade Nase, mittlere Statur, stark brachycephal	Turko-Tataren 28
Fahlgelbe Haut, vorstehende Wangenbeine, Mongolenfalte, leicht brachycephal		Mongolen 29

Speziell für Europa ergeben sich unter Berücksichtigung der Komplexion, Körpergröße und des Längen-Breiten-Index nach DENIKER (1926) noch genauer sechs Rassen:

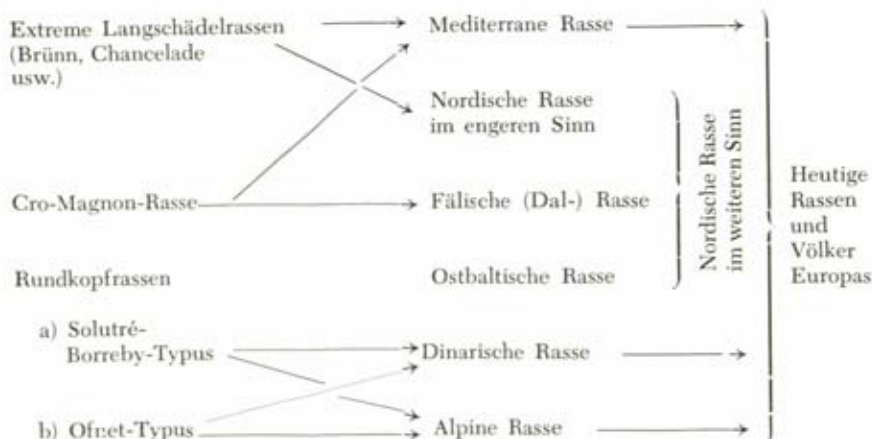
1. Die nordische Rasse: Blond, helläugig, dolichocephal und groß (Homo europaeus verschiedener Autoren);
2. Die östliche Rasse: Blond, helläugig, leicht brachycephal (Index 80—83,3) und klein;
3. Die iberische Rasse: Brünnett, dunkeläugig, dolichocephal und klein (Homo meridionalis);
4. Die westliche Rasse: Brünnett, Augen hell- oder dunkelbraun, sehr brachycephal und klein (Homo alpinus);
5. Die Atlanto-Mittelmeer-Rasse: Brünnett, dunkeläugig, mesokephal (Index 75—77,7) und groß;
6. Die adriatische oder dinarische Rasse: Brünnett, dunkeläugig, brachycephal (Index über 83,3) und groß.

Gegen die Selbständigkeit dieser Rassen sind aber Bedenken geäußert worden und G. RETZIUS (1909) erkennt nur die folgenden drei Subvarietäten der Varietas europaea des Homo sapiens als sicher fundiert an:

1. eine nordeuropäische dolichocephale, blauäugige, große Rasse, identisch mit LINNÉ'S Homo europaeus, A. RETZIUS' dolichocephalem Germanentypus, der teutonischen oder nordischen Rasse;
2. eine mitteleuropäische, brachycephale, dunkelhaarige, dunkeläugige, kleine Rasse, identisch mit A. RETZIUS' slawischem oder rhätischem Typus, dem Homo alpinus vieler Autoren;
3. eine südeuropäische, dolichocephale, dunkelhaarige, dunkeläugige und kleine Rasse, identisch mit dem Homo mediterraneus vieler Autoren.

Lappen und Finnen sind in diesen Einteilungen als ursprünglich europafremde, d. h. wahrscheinlich erst aus Asien zugewanderte Rassen nicht berücksichtigt.

Über die mögliche Verknüpfung dieser modernen Rassen mit den Rassen Alteuropas gibt das nachfolgende Schema nach SALLER (1934) Auskunft.



Als letztes sei das Einteilungsschema von v. EICKSTEDT (1934) wiedergegeben, das besonders um eine „exakte“ Namengebung für die verschiedenen Unterabteilungen bemüht ist, damit aber den Nachweis für die biologische Berechtigung der unterschiedenen Abteilungen naturgemäß ebenfalls nicht erbringt.

#### Die lateinischen und trivialen Namen der heutigen Menschenrassen

Familia: Hominidae  
Genus: Homo

Species: *Homo sapiens* LINNÉ (1758 I, 20) (*Homo recens*)  
(Weltformenkreis nach KLEINSCHMIDT)

*Subspecies I: Homines sapientes albi* GMELIN 1788 I, 23 = **Europide**

Series A: *Homines sap. albi xanthochroici* ex HUXLEY 1870 . . . = **Blondrassengürtel**

Varietas 1: *Homo sapiens europaeus* LINNÉ 1758 I, 21 (partim) . . . = **Nordide**

Subvarietas a) *Homo sap. europ. nordicus* SERGI 1908, 542 (Abb. 79) . . . = **Teutonordide**

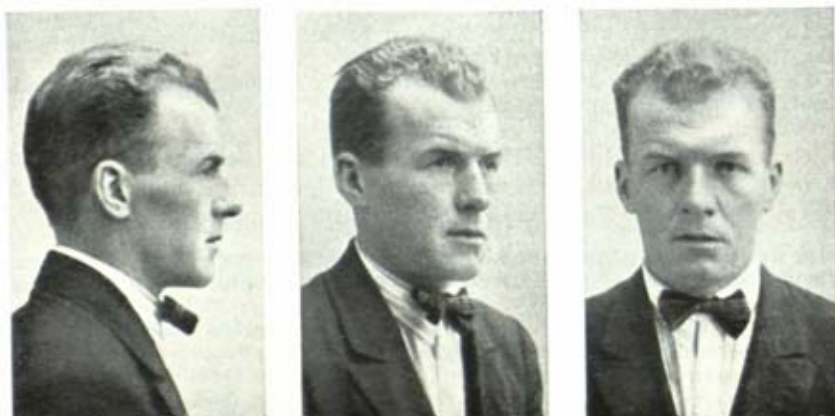


Abb. 79. Schwedischer Durchschnittstypus (nach LUNDBORG und LINDERS). Als Beispiel für den weißen Hauptstamm.



- b) *Homo sap. europ. dalofaelicus* PETERS 1937, 151 . . . . . = Dalofälische
- c) *Homo sap. europ. finnus* FISCHER 1830 330 ex DESMOULINS 1826 (partim) . . . = Fennonordide
- Varietas 2: *Homo sap. slavonicus (intermedius)* FISCHER 1829, 3 ex BORY 1825, 287 . . . . . = Osteuropide
- Series B: *Homines sap. albi melanochroici* ex HUXLEY 1870 . . . . . = *Braunrassengürtel*
- Varietas 1: *Homo sap. pelagius (meridionalis)* FISCHER 1829, 3 ex BORY 1827, I, 114 . . . . . = Mediterrane
- Subvarietas a) *Homo sap. pelag. mediterraneus* UJFALVY 1896, 50 . . . . . = Grazilmediterrane
- b) *Homo sap. pelag. euroafricanus* SERGI 1908, 111 (partim ex ALCOBÉ 1936, 50) . . . = Euroafrikanide
- c) *Homo sap. pelag. atlantica* FISCHER 1829, 3 ex BORY 1827, I, 174 . . . . . = Saharide
- Varietas 2: *Homo sap. arabicus* BORY 1825, 288 (partim) . . . . . = Orientalide
- Varietas 3: *Homo sap. indicus* BORY 1825, 294 . . . . . = Indide
- Subvarietas a) *Homo sap. ind. indogracilis* EICKSTEDT 1937 ex 1931, 269 . . . . . = Grazilindide
- b) *Homo sap. ind. indoafghanus* GIUFFRIDA-RUGGERI 1912, 141 ex DENIKER 1900, 339 . . . . . = Nordindide
- c) *Homo sap. ind. indobrachimorphus* GIUFFRIDA-RUGGERI 1917 . . . . . = Indobrachide
- Varietas 4: *Homo sap. occidentalis* FISCHER 1829, 4 ex BORY 1827, I, 298 . . . . . = Polyneside
- Subvarietas a) *Homo sap. occid. polinesianus* SERGI 1908, 543 . . . . . = Polyneside
- b) *Homo sap. occid. carolinensis* FISCHER 1830, 332 ex DESMOULINS 1826 . . . . . = Mikroneside
- Series C: *Homines sap. albi brachimorphi* GIUFFRIDA-RUGGERI 1912, 141 . . . . . = *Bergrassengürtel*
- Varietas 1: *Homo sap. alpinus* LAPOUGE 1899 („ex“ LINNÉ 1758) . . . . . = Alpine
- Subvarietas a) *Homo sap. alp. cevenolicus* EICKSTEDT 1937 ex DENIKER 1900, 589 . . . . . = Westalpine
- b) *Homo sap. alp. lappo* EXKLEBEN 1777, 1 . . . . . = Lappide
- Varietas 2: *Homo sap. dinaricus* LAPOUGE 1899 230 ex DENIKER 1897, 300 . . . . . = Dinaride
- Varietas 3: *Homo sap. syriacus* KRAITSCHKE 1902, 518 ex CHAMBERLAIN 1899, I 359 . . . . . = Armenide
- Varietas 4: *Homo sap. eurasicus* SERGI 1908, 541 . . . . . = Turanide
- Subvarietas a) *Homo sap. eur. turanicus* EICKSTEDT 1937 ex MONTANDON 1928, 339 . . . . . = Aralide
- b) *Homo sap. eur. pamiriensis* GIUFFRIDA-RUGGERI 1912, 141 . . . . . = Pamiride
- Series D: *Homines sap. albi protomorphi* GIUFFRIDA-RUGGERI 1912, 141 ex STRATZ 1904, 224 . . . . . = *Alteuropide*
- Varietas 1: *Homo sap. veddalis* HAECKEL 1898, 748 ex SARASIN 1893, I 354 . . . . . = Weddide
- Subvarietas a) *Homo sap. vedd. ceylonensis* SERGI 1908, 543 ex SARASIN 1893 . . . . . = Wedda
- b) *Homo sap. vedd. gondicus* EICKSTEDT 1937 ex 1931, 270 . . . . . = Condide
- c) *Homo sap. vedd. toala* GIUFFRIDA-RUGGERI 1912, 140 ex SARASIN 1905, 41 . . . = Malide
- d) *Homo sap. vedd. toala* GIUFFRIDA-RUGGERI 1912, 140 ex SARASIN 1905, 41 . . . = Toalide
- e) *Homo sap. vedd. senoicus* GIUFFRIDA-RUGGERI 1912, 140 . . . . . = Senoide
- Varietas 2: *Homo sap. curilanus* FISCHER 1830, 331 ex DESMOULINS 1826 . . . . . = Ainuide

*Subspecies II: Homines sapientes leiotrichi* EICKSTEDT 1937  
ex BORY 1825, 281

(Pars a: *Homo sapiens asiaticus* LINNÉ 1758, 21) (Abb. 80) . . . = **Mongolide**

Series A: *Homines sap. asiatici arctici* HAECKEL 1868, 513 . . . = *Polargürtel*

Varietas 1: *Homo sap. hyperboreus* BORY 1825, 300 . . . = Sibiride

Subvarietas a) *Homo sap. hyperb. ugrianus* GREGORY 1921, 192 ex DENIKER 1889, 362 . . . = Westsibiride

b) *Homo sap. hyperb. palaeasiaticus* GREGORY 1921, 192 . . . = Ostsibiride

Varietas 2: *Homo sap. groenlandus* FAERICIUS 1780, 3 . . . = Eskimide

Series B: *Homines sap. asiatici badii* GMELIN 1788, 23 . . . = *Ostmongolide*

Varietas 1: *Homo sap. tatarus* ERXLEBEN 1777, 1 . . . = Tungide

Varietas 2: *Homo sap. sinicus* BORY 1825, 297 (part) . . . = Sinide

Subvarietas a) *Homo sap. sin. borealis* LIU 1937, 138 . . . = Nordsinide

b) *Homo sap. sin. medius* LIU 1937, 142 . . . = Mittelsinide

c) *Homo sap. sin. medidianus* LIU 1937, 144 . . . = Südsinide

Varietas 3: *Homo sap. palaemongolicus* EICKSTEDT 1937 ex 1934, 205 . . . = Palämongolide

Subvarietas a) *Homo sap. palaem. palaunicus* EICKSTEDT 1937 ex 1928, 181 . . . = Palaungide

b) *Homo sap. shanicus* EICKSTEDT 1937 ex 1928, 179 . . . = Schanide

c) *Homo sap. pal. protomalayus* EICKSTEDT 1937 ex SARASIN 1905 . . . = Protomalayide

d) *Homo sap. pal. deuteromalayus* EICKSTEDT 1937 ex SARASIN 1905, 141 . . . = Deuteromalayide

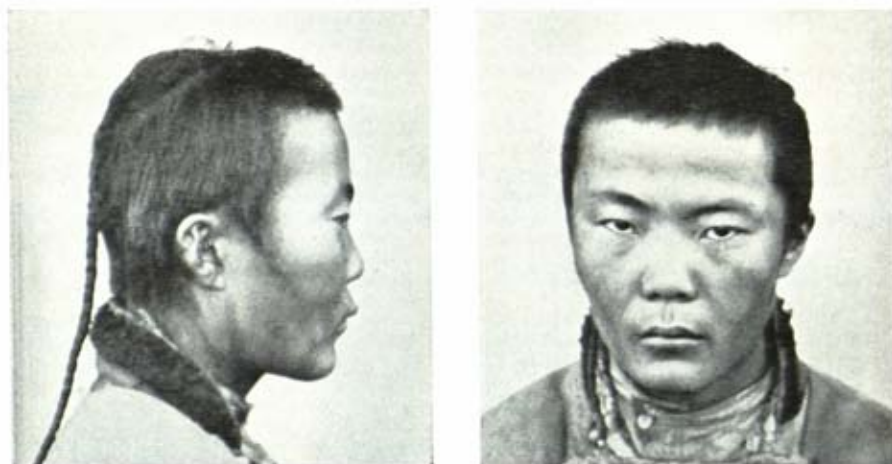


Abb. 80. Buriate (nach MONTANDON). Als Beispiel für den gelben Hauptstamm.

Series C: *Homines sap. asiatici subnigri* HUNTER 1775 . . . = *Khoisanide*

Varietas 1: *Homo hottentotus* BORY 1825, 325 . . . = Khoisanide

Subvarietas a) *Homo sap. holl. austroafricanus* J. B. FISCHER 1830, 331 ex DESMOULINS 1826 partim . . . = Khoide

b) *Homo sep. holl. huzuana* FISCHER 1830, 331 ex DESMOULINS 1926 . . . = Sanide

(Pars b: *Homines sapientes americani* LINNÉ 1758, 20) . . . = Amerikanide

Series D: *Homines sap. americani suprei* GMELIN 1788, 24 . . . = *Nordindianide*

Varietas 1: *Homo sap. pacificus* EICKSTEDT 1937 ex DENIKER 1900, 340 . . . = Pazifide

- Varietas 2: *Homo sap. centralis* EICKSTEDT 1937 ex DENIKER 1900, 340 . . . . . = Zentralide
- Varietas 3: *Homo sap. colmbicus* BORY 1823, 309 . . . . . = Silvide
- Varietas 4: *Homo sap. marginalis* EICKSTEDT 1937 ex 1934, 704 . . . . . = Margide
- Series E: *Homines sap. americani mesembrini* EICKSTEDT 1937 . . . . . = Südindianide
- Varietas 1: *Homo sap. andinus* GIUFFRIDA-RUGGERI 1912, 140 . . . . . = Andide
- Varietas 2: *Homo sap. patagonus* BORY 1825, 313 . . . . . = Patagonide
- Varietas 3: *Homo sap. brasilianus* EICKSTEDT 1937 ex D'ORBIGNY 1839, II 265 . . . . . = Brasilide
- Varietas 4: *Homo sap. lagoanus* EICKSTEDT 1937 ex HANSEN . . . . . = Lagide
- Varietas 5: *Homo sap. lago-maritimus* EICKSTEDT 1937 ex 1934, 8 . . . . . = Fuegide
- Subspecies III: Homines sapientes afric.* LINNÉ 1758, 22 . . . . . = Negride
- Series A: *Homines sap. europafri* PETERS 1937 . . . . . = Kontaktgürtel
- Varietas 1: *Homo sap. africanus* SERGI 1908, 543 . . . . . = Aethiopide
- Subvarietas a) *Homo sap. afr. nuba* HAECKEL 1879, 637 . . . . . = Nord-Aethiopide
- b) *Homo sap. afr. absessomalis* EICKSTEDT 1937 . . . . . = Zentral-Aethiopide
- c) *Homo sap. afr. massaicus* EICKSTEDT 1937 . . . . . = Süd-Aethiopide
- Varietas 2: *Homo sap. indomelanicus* EICKSTEDT 1937 ex DENIKER 1900, 470 . . . . . = Indomelanide
- Subvarietas a) *Homo sap. indom. karnaticus* EICKSTEDT 1937 . . . . . = Südmelanide
- b) *Homo sap. indom. kolidus* EICKSTEDT 1937 . . . . . = Nordmelanide

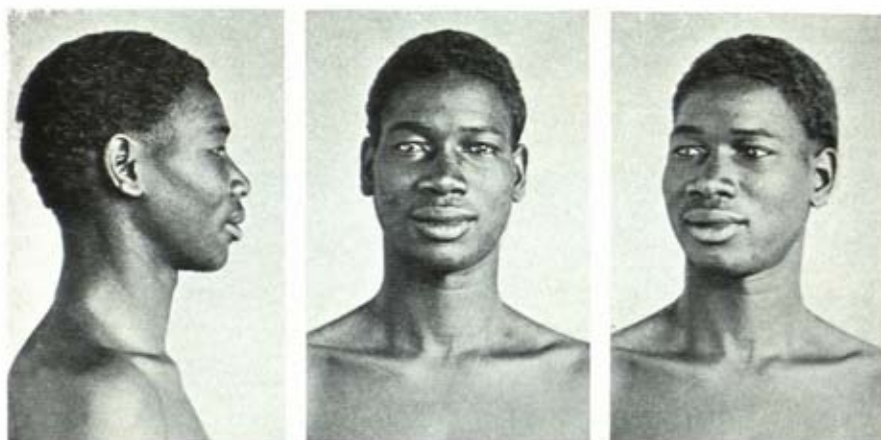


Abb. 81. Westafrikanischer Neger (nach WENINGER). Als Beispiel für den schwarzen Hauptstamm.

- Series B: *Homines sap. cafro-madegassi* ex LESSON 1827, 27 . . . . . = Westnegride
- Varietas 1: *Homo sap. niger* HAECKEL 1898, 745 . . . . . = Sudanide
- Varietas 2: *Homo sap. niloticus* MONTANDON 1937, 10 . . . . . = Nilotide
- Varietas 3: *Homo sap. cafer* BORY 1825, 321 . . . . . = Kafride, früher Bantuide
- Varietas 4: *Homo sap. palaeniger* MONTANDON 1937, 107 ex EICKSTEDT 1934, 533 . . . . . = Palänegride
- Series C: *Homines sap. alfur* ex LESSON 1827, 27 . . . . . = Ostnegride
- Varietas 1: *Homo sap. papuensis* FISCHER 1829, 4 ex BORY 1825, 307 . . . . . = Neomelaneside
- Varietas 2: *Homo sap. melaninus* BORY 1825, 323 . . . . . = Palämelaneside
- Varietas 3: *Homo sap. australasicus* BORY 1825, 308 . . . . . = Australide



- Series D: Homines sap. pygmaei GIUFFRIDA-RUGGERI 1912, 140 . . . = *Pygmide*  
 Varietas 1: Homo sap. akkalis HAECKEL 1898 . . . = *Bambutide*  
 Varietas 2: Homo sap. negrito KLEINSCHMIDT 1922, 21 . . . = *Negritide*  
 Subvarietas a) Homo sap. negr. philippinensis GIUFFRIDA-RUGGERI 1912, 140 . . . = *Aetide*  
 b) Homo sap. negr. semang SCHEERSTA 1937, 317 . . . = *Semangide*  
 c) Homo sap. negr. minocopaues PYCRAFT 1925, 163 . . . = *Andamanide*

Tatsächlich kann man die heute nebeneinander lebenden Rassen kaum noch in irgend ein starres Schema zwängen. Die Übergänge sind überall fließend, teils durch ursprüngliche, niemals abgerissene Zusammenhänge der einzelnen Rassen untereinander, teils und heute besonders durch fortgesetzte Vermischungen, die Übergänge und neue Rassen geschaffen haben und auch in der Weiterentwicklung der Rassen immer wieder Wandel schaffen werden. Dazu kommt die weitgehende „Plastizität der Typen“ (BOAS), wie Untersuchungen derselben Rassen in verschiedenen Umwelten gezeigt haben. Das interessanteste Problem stellt in dieser Beziehung zweifellos eine fortgesetzte Verrundung der Kopf- formen, neben Veränderungen in der Körpergröße und anderen Änderungen, dar, die sich in den letzten Jahrhunderten in Europa, aber auch außerhalb Europas bemerkbar gemacht haben (Tabelle für Bayern S. 119 als Beispiel). All diese Dinge



Abb. 82. Europäer mit Ituripygmäin. (Aus GUSINDE.)

Veränderung der Kopfformen in Bayern (ergänzt nach RANKE)	Langschädel in %	Mittel- langschädel in %	Rundschädel in %
Ältere Eisenzeit (Hallstattperiode)	59	20	21
Römerzeit, 2.—4. Jahrh. (Regensburg)	23	42	35
Völkerwanderungszeit (Südbayern)	42	44	14
Frühes Mittelalter (Lindau)	32	36	32
Spätes Mittelalter (Südbayern)	50		50
Neuzeit (Schwaben)	1	16	81
Altbayern	0	9	93

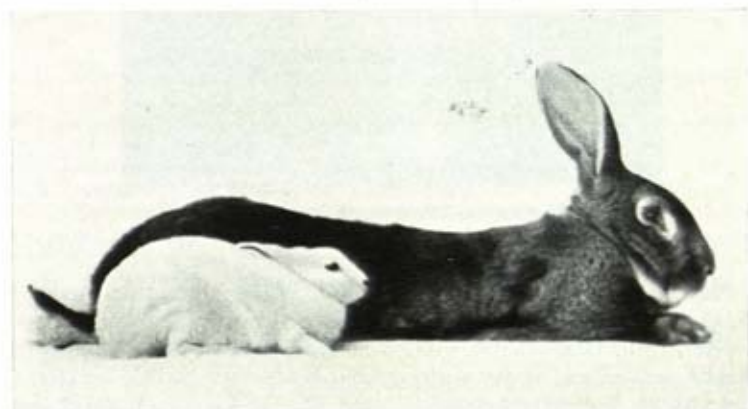


Abb. 83a. Deutsches Riesenkaninchen, 16  $\frac{1}{2}$  Pfund schwer, und Hermelinkaninchen, Häsin, 2 Pfund schwer.



Abb. 83b. Gestromte Deutsche Dogge, Rüde, Schulterhöhe 96 cm, und Brabanter Griffon, Rüde, Schulterhöhe 27 cm.



Abb. 83c. Pinzgauer Schimmel und weißes Shetlandpony.

Abb. 83. Zwerg- und Riesenformen beim Haustier (aus NACHTSHEIM).

müssen dann vor allem auch zu der Schlußfolgerung führen, daß jeder Mensch und jede Menschengruppe immer nur aus all ihren Zusammenhängen heraus vergleichsweise richtig eingeschätzt werden können. Das ist auch für die tabellari-schen Zusammenstellungen des vorliegenden Buches zu berücksichtigen, welche die Unterschiede der verschiedenen Rassen voneinander noch näher erläutern.

Die Einstufung der heute lebenden Menschenformen in phylogenetischer Hinsicht ist eine sehr verschiedene. Die größte Anzahl „primitiver“, d. h. unter stammesgeschichtlichen Gesichtspunkten ursprünglicher Eigenschaften scheint noch die austromelanesische Gruppe in ihrem Merkmalskomplex zu vereinigen. Sie ist in dem Gebiet, das sie heute bewohnt, nur ein letzter Restbestand und hat früher vermutlich eine größere Verbreitung besessen, wofür der Fund von Wadjak spricht (SARASIN 1924). Ohne Zweifel bestehen, rein morphologisch gesehen, Annäherungen dieses Formenkreises an *Homo neandertalensis*, aber nicht im Sinne einer direkten Abstammung von der letzteren Form, sondern beide weisen vielmehr auf eine gemeinsame, ältere, letzten Endes auf *pithecanthropus*-ähnliche Formen zurückgehende Wurzel hin. Ungeklärt ist die Stellung der primitiven Kleinstämme (Pygmäen), die wohl fälschlich als eine einheitliche Gruppe betrachtet und in genetischen Zusammenhang miteinander gebracht werden (näheres darüber unter Kümmerformen, Abb. 82). Sie werden im allgemeinen jetzt als Domestikationsvarianten aufgefaßt, wie es auch bei domestizierten Haustieren derartige Zwergformen gibt (Abb. 83). Auch die anderen Rassensplitter finden in verschiedener Weise an die großen Hauptrassenstämme ihren Anschluß. Selbst für die Hauptstämme kann heute nicht mit voller Sicherheit gesagt werden, wo und wie sie entstanden und wie es zu ihrem Überwiegen über die kleineren Kreise gekommen ist. Näheres ist dazu oben bei der Entwicklung der Primaten bereits aufgeführt worden.

## Literatur

ABLDY, TH., 1917: Germanische Völkerwellen und ihre Bedeutung in der Entwicklungsgeschichte von Europa. Leipzig.



- BAUR, E., FISCHER, E., und LENZ, F., 1936: Menschliche Erblehre. Lehmann, München-Berlin.
- BENEDICT, R., 1947: Die Rassenfrage. Müller & Kiepenheuer, Bergen/Obb.
- BLUMENBACH, J. FR., 1775: De generis humani varietates nativae. Göttingen. Übersetzung nach 3. Aufl., Leipzig 1798.
- BOAS, FR., 1909: Race problems in America. Science 29, 839.
- 1912: The history of the American race. Ann. N. Y. Acad. Sci. 21, 177.
- 1922: Kultur und Rasse. Gruyter, Berlin.
- 1938: General Anthropology. Heath Co.
- CLOSSEN, K., 1912: Die Völker Europas zur jüngeren Steinzeit, ihre Herkunft und Zusammensetzung. Stuttgart.
- COON, C. S., 1948: A Reader in general Anthropology. Holt, New York.
- 1948: The Races of Europe. Macmillan Co., New York.
- GARN, S. M., and BIRDELL, J. B., 1950: Races. A Study of the Problems of Race. Formation in man. Ch. C. Thomas, Publishers, Springfield, Illinois, U. S. A.
- COUNT, E. W., 1950: This is Race. Henry Schuman, New York.
- DENIKER, J., 1889: Essai d'une classification des races humaines basée uniquement sur les caractères physiques. Bull. Soc. Anthropol. Ser. 3, 12, 320.
- 1904: Les six races composant la population actuelle de l'Europe. Huxley Mem. Lecture Journ. Anthropol. Inst. 34, 181.
- 1914: Les races de la terre. Paris 1900 und 1914.
- 1926: Les races et les peuples de la terre. Paris.
- DIXON, R., 1923: The Racial History of Man. Scribner's Sons, New York.
- EICKSTEDT, E. v., 1934: Rassenkunde u. Rassengeschichte d. Menschheit. Enke, Stuttgart.
- FISCHER, E., 1927: Rasse und Rassenentstehung beim Menschen. Ullstein, Berlin.
- FRIEDENTHAL, H., 1926: Die Grundlegung des Rassenproblems in der Anthropologie. Zschr. Ethnol. 58, 179.
- FRITSCH, G., 1910: Die Entwicklung und Verbreitung der Menschenrassen. Zschr. Ethnol. 42, 580 und 924.
- GIESELER, W., 1936: Abstammungs- und Rassenkunde des Menschen. Rau, Öhringen.
- GIUFFRIDA-RUGGERI, V., 1910: Classification des groupes humaines. Scientia, Jahrg. 5.
- HADDON, A. C., 1925: The Races of Man. Univ. Press, Cambridge.
- HAECKEL, E., 1908: Unsere Ahnenreihe. Jena.
- HAUSCHILD, M. W., 1926: Grundriß der Anthropologie. Borntraeger, Berlin.
- HEBERER, G., 1943: Rassengeschichtliche Forschungen im indogermanischen Urheimatgebiet. Fischer, Jena.
- HESSE, R., 1924: Tiergeographie. Fischer, Jena.
- KEITH, A., 1931: The Evolution of the Human Races. J. Anthropol. Inst. London 58, 305.
- 1949: A new theory of Human Evolution. Philosophical Library, New York.
- LINNÉ, CH. DE, 1735: Systema naturae.
- MATIEGKA, J., 1924: Caractères physiques des races humaines et leur répartition géographique. Anthropol. Prag, 2, 40.
- RENSCH, B., 1945: Neuere Probleme der Abstammungslehre, 2. Aufl. Enke, Stuttgart.
- RETZIUS, G., 1909: The so-called north European race of mankind. J. Anthropol. Inst. 39, London.
- SALLER, K., 1930: Leitfaden der Anthropologie. Springer, Berlin.
- 1931: Genotypus und Phänotypus, Konstitution und Rasse in ihrer Definition und ihren gegenseitigen Beziehungen. Anat. Anz. 71, 367.
- 1934: Der Weg der deutschen Rasse. Meiner, Leipzig.
- 1934: Die Rassengeschichte der Bayerischen Ostmark. Zschr. Konstit.-lehre 18, 229.
- 1934: Die Ursprungsformen der Deutschen Rasse. Anat. Anzeiger 77, 321.
- 1948: Rassenkreuzung beim Menschen. Grenzgeb. Med. 1, 203.
- SARASIN, FR., 1916: Streiflichter aus der Ergologie der Neu-Caledonier und Loyalty-Insulaner auf die europäische Prähistorie. Verh. Naturwiss. Ges. Basel 28.
- 1921: Über die genetischen Beziehungen der lebenden Hominiden auf Grund von Studien an Neu-Caledoniern. Verh. Schweiz. Naturwiss. Ges. Schaffhausen.
- SCHEIDT, W., 1924: Die Rassen der jüngeren Steinzeit in Europa. Lehmann, München.
- 1925: Allgemeine Rassenkunde. Lehmann, München.
- STRATZ, G. H., 1904: Das Problem der Rasseneinteilung der Menschheit. Arch. Anthropol. N. F. 1.
- VALLOIS, H. V., 1951: Les Races humaines. Presses Univ. Paris.
- WEIDENREICH, F., 1927: Rasse und Körperbau. Springer, Berlin.
- 1932: Die physischen Grundlagen der Rassenlehre. Rasse und Geist, Barth, Leipzig.

- WEINERT, H., 1932: Ursprung der Menschheit. Enke, Stuttgart.  
 — 1935: Die Rassen der Menschheit. Teubner, Berlin-Leipzig.  
 — 1941: Entstehung der Menschenrassen. Enke, Stuttgart.  
 WILSER, L., 1911: Die naturwissenschaftliche Bezeichnung der Menschenarten. Ber. Ges. Nat. Vers. Karlsruhe.

## F. Gliederung der Konstitutionen

Unter Konstitution wird die individuelle Ganzheit eines jeden einzelnen Menschen verstanden, aber auch die Ordnung, in der sich verschiedene Menschen zu einem Gemeinwesen zusammenschließen. Sie ist die Gesamtverfassung eines Organismus, die in Erbanlagen begründet und unter Umwelteinbeziehung verwirklicht wird. Dabei wandeln sich die verschiedenen individuellen Gegebenheiten in Aufgliederung und Ausgliederung zu verschiedenen Partialkonstitutionen in Raum und Zeit ab. Sie nehmen je nach den verschiedenen inneren und äußeren Möglichkeiten oder Notwendigkeiten bei den verschiedenen Personen verschiedene Gestalt an und treten auch mit den unterschiedlichen Umweltgegebenheiten in verschiedene Reaktionen, womit sie zum Zusammenwirken größerer Konstitutionsgruppen und Gemeinschaftskonstitutionen gelangen. Konstitutionsunterschiede ziehen sich durch alle Rassen und Arten, selbst durch die verschiedenen Ordnungen der Primaten hindurch. Ja sogar in noch weiteren Kreisen des Tier- und Pflanzenreichs zeigen sich konstitutionelle Verschiedenheiten. Auch die Unterschiede in den Rassen- oder Arteigentümlichkeiten bedeuten Konstitutionsunterschiede (Rassenkonstitution, Artkonstitution usw.); eine Gesamtkonstitution kann durch derartige Konstitutionseigentümlichkeiten ihr besonderes Gepräge bekommen. Doch sind auch andere Einteilungen möglich, mit denen verschiedene Individuen zu bestimmten Konstitutionsgruppen zusammengefaßt werden. Derartige Gruppierungen können sich mit den Art- und Rassendifferenzierungen unterschiedlich verschränken, sodaß verschiedene Gesamtbilder der Individualkonstitution zustande kommen.

Im einzelnen sind die Konstitutionen bisher hauptsächlich nach ihrem Habitus (Körperbautypus) eingeteilt worden. Dabei wird unter Habitus die äußere Form der Konstitution (somatisch, physiologisch, psychisch) verstanden. Es ist von Interesse, daß solche Konstitutionstypenaufstellungen seit den ältesten Zeiten immer wieder auf 2 oder 3 „Grundtypen“ hinausliefen, neben einigen weniger bedeutenden Nebenformen (Tabelle). Damit drang die Erkenntnis gewisser Grundfaktoren immer wieder durch, wenn auch die ganze Vielfalt ätiologischer Zusammenhänge verschiedener Konstitutionstypen dabei verwischt wurde. Das ätiologische Prinzip in der Konstitutionstypeneinteilung, nach dem wir heute vorgehen, ermöglicht nun ein wesentlich tieferes Eindringen in das Wesen und einen umfassenderen Überblick der Konstitutionen als es bisher möglich war. Die hauptsächlichsten ätiologischen Einteilungsprinzipien für die menschlichen Konstitutionen sind genetisch, entwicklungsmechanisch, physiologisch, umweltbedingt und psychosomatisch. Eine Einteilung der Konstitutionen nach solchen Prinzipien führt vor allem auch zu praktisch bedeutsamen Konsequenzen.

Angesichts der konstitutionellen Gemeinsamkeiten zwischen Mensch und Tierreich sind solche Einteilungen weitgehend einer experimentellen Forschung zugänglich und aus einer solchen auch abgeleitet worden.

Unter den genetischen Gesichtspunkten stehen für die Gliederung der Konstitutionen an erster Stelle die Geschlechtsunterschiede. Mann und

## Körperbautypensysteme

Autor	Sonderformen	Schmalförmiges Extrem	Mitteltypus (Norm)	Breitförmiges Extrem
HIPPOKRATES		Habitus phthisicus		Habitus apoplecticus
A. v. HALLER (Schweiz) 1750			Athletischer Typus	
HALLÉ (Frankreich) 1797	Nervöser u. Kopftyp	Brusttyp	Muskulöser Typ	Bauchtyp
CABANIS (Frankreich) 1802	Nervöser Typ		Muskulärer Typ	
HALLÉ-HUSSON-TROISVEVRE (Frankr.) 1821	Cephalisches (kranielles) Temperament	Thorazisches Temperament	Partielle Temperamente	Abdominelles Temperament
THOMAS (Frankreich) 1821	Schädeltyp	Brusttyp		Bauchtyp
ROSTAN (Frankreich) 1826	Neurocerebraler Typ	Zirkulatorisch respirat. Typ	Muskulärer Typ	Digestiver Typ
WALKER (Deutschl.) 1852	Geistes-schönheit (Minerva)		Bewegungsschönheit (Diana)	Ernährungsschönheit (Venus)
CARUS (Deutschl.) 1853	Steril, atrophisch (allgem. und bes. sexuelle Eigenschaften gering entwickelt)	Asthenisch, sensorisch, pneumatisch, chlorotisch, phthisisch, lymphatisch, (schmäler Brustkorb, langer Körper, Skelett und Musk. schwach)	Athletische, sinnliche, vollblütige, Konstitution (kräftig entwickelte Knochen u. Musk.,	Phlegmatisch, stumpfsinnig, dickblütig, cholerisch, apathisch, Gegend der Verdauungsorgane betont
DE GIOVANNI (Italien) 1877		1. Kombination phthisisch	3. Kombination	2. Kombination plethorisch
BENEKE (Deutschl.) 1878		Hypoplastisch	Normaltyp	Hyperplastisch
ROKITANSKY (Österreich) um 1850		Disposition zu Tuberkulose	Nur Neigung zu unkonstit. Erkrankungen	Neigung zu Karzinom
MANOUVRIER (Frankr.) 1902		Makroskel	Mesoskel	Brachyskel (mikroskel)
VIRENIUS (Rußland) 1904	Nervöser Typ	Epithelischer Typ	Muskulärer Typ	Digestiver Typ
SIGAUD (Frankreich) 1904	Cerebraler Typ	Respiratorischer Typ	Muskulärer Typ	Digestiver Typ
STILLER (Deutschl.) 1909		Asthenischer, atonischer Habitus		Apoplektischer, arthritischer, hypertotonischer Habitus



Autor	Sonderformen	Schmalförmiges Extrem	Mitteltypus (Norm)	Breitförmiges Extrem
VIOLA (Italien) 1909		Mikrosplanchnischer Typ	Normosplanchnischer Typ	Megalosplanchnischer Typ
HUTER (Deutschl.) 1909		Empfindungsnaturell (Kopfmensch)	Bewegungsnaturell (Glieder- mensch)	Ernährungsnaturell (Rumpfmensch)
STERN (Deutschl.) 1912		Hochwuchs		Breitenwuchs
BRYANT (Amerika) 1913		Carnivorer Typ	Normaler Typ	Herbivorer Typ
TANDLER (Österreich) 1913		Hypotonisch		Hypertonisch
MILLS (Amerika) 1917		Hyposthenisch, asthenisch	Sthenisch	Hypersthenisch
BRUGSCH (Deutschl.) 1918		Engbrüstig	Normalbrüstig	Breitbrüstig
J. BAUER (Österreich) 1919		Asthenischer Habitus		Arthritischer Habitus
KRETSCHMER (Deutschl.) 1921	Dysplastiker	Leptosome (Astheniker)	Athleten	Pykniker
BUNAK (Rußland) 1923	Subplastischer Typ	Sthenoplastischer Typ	Mesoplastischer Typ	Europplastischer Typ
DAVENPORT (Amerika) 1923		Mager	Mittel	Fett
BEAN (Amerika) 1923		Hyperontomorph		Mesontomorph
STOCKARD (Amerika) 1923		Linearer Typ		Lateraler Typ
MATHES (Deutschl.) 1924		Zukunftsform		Jugendform
ASCHNER (Österreich) 1924		Schmal	Normal	Breit
JAENSCH (Deutschl.) 1924		B-Typ (basedowicid)		T-Typ (tetanoid)
MACAULIFFE (Frankr.) 1925		Type plat		Typ rond
FRIEDENTHAL (Deutschl.) 1925		Hirtentypus	Jägertypus	Bauernotypus
WEIDENREICH (Deutschl.) 1927		Leptosom		Eurysom
GALANT (Rußland) 1927		Stenosome Gruppe	Mesosome Gruppe	Megalosome Gruppe
BAUTMANN (Deutschl.) 1928		Hyposthenisch oder leptosom	Mesosthenisch oder mesosom	hypersthenisch oder pyknosom

Autor	Sonderformen	Schmalförmiges Extrem	Mitteltypus (Norm)	Breitförmiges Extrem
SHELDON (Amerika) 1940		Ectomorph (cerebroton)	Mesomorph (somatoton)	Endomorph (visceroton)
CONRAD (Deutschl.) 1941	Hyperplastiker Hypoplastiker Dysplastiker	Leptomorph	Metromorph Normomorph	Pyknomorph
MARTINY (Frankr.) 1948		Mesoblastisch Ectoblastisch	Chordoblastisch	Endoblastisch
Zootechnisches Prinzip		Schwacher, trockener Typ (der Milch-wirtschaft)	Starker Typ (Arbeitstyp)	Schwacher geschwollener Typ (der Metzger)
Pathologisches Prinzip	Infantile Typen	Asthenischer Typus	Normaler Typus	Apoplektischer Typus

Frau sind schon von der befruchteten Eizelle her durch einen Chromosomenunterschied voneinander verschieden (im heterologen Chromosomenpaar bei der Frau XX, beim Mann XY). Dieser Unterschied setzt sich in alle Körperzellen als Abkömmlinge der befruchteten Eizelle hinein fort, d. h. jede Einzelzelle und mit ihr auch die Gesamtkonstitution in all ihren einzelnen Gliedern ist grundsätzlich bei Mann und Frau im Sinn der Geschlechtsdifferenzierung morphologisch und funktionell verschieden. Eine Komplikation solcher grundlegenden Bedingungen kommt durch die Entwicklung der Keimdrüsen im Rahmen der innersekretorischen Gesamtzusammenhänge des Organismus zustande. Diese Entwicklung erfolgt um die Pubertätszeit: Nach den primären Geschlechtsunterschieden, die von Geburt an und zwar nicht nur an den Genitalien, sondern schon durch den Chromosomenunterschied für jede einzelne Zelle bestehen, kommt es über das Inkretorium zur Entwicklung der sogenannten sekundären Geschlechtsunterschiede. Hierbei spielen die primären Unterschiede und sekundären Einwirkungen unterschiedlich zusammen. Auch die übrigen Gesamtverhältnisse des Organismus, speziell seine übrigen Inkrete und vegetativen Funktionen, üben eine wesentlich mitbestimmende Rolle aus. All diese Verhältnisse führen zu morphologischen, physiologischen und psychologischen Unterschieden

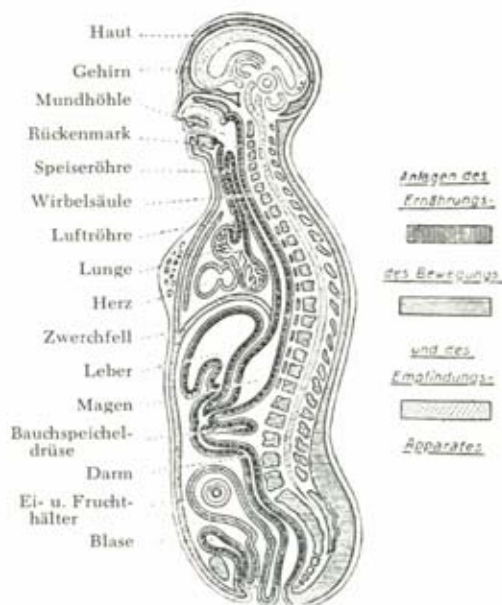


Abb. 84. Schematische Abbildung für die Herkunft der einzelnen Organe aus den 3 Keimblättern (nach KUPFER).

der beiden Geschlechter, sie werden damit zu Konstitutionsunterschieden. In der Habitusform neigen dabei die Männer mehr zur ectoblastischen, die Frauen zur endoblastischen Seite. Grundsätzlich dasselbe wie für die Geschlechtstypen gilt für die Auswirkung anderer Erbfaktoren in den Konstitutionen: Jeder gesunde oder krankhafte Erbfaktor liegt in jeder Zelle, wenn sich dann auch ein Erbmerkmal nur in einem bestimmten Zell- und Funktionskomplex äußert.

Diese Schlußfolgerung steht neben der Beobachtung, daß bei den Zellteilungen von den Keim- bis zu den Körperzellen der Chromosomenbestand der Körperzellen oft verändert wird und Unregelmäßigkeiten vorkommen, so daß aus dem Chromosomenbestand einer Körperzelle nicht immer der Chromosomenbestand der Keimzellen, d. i. der betreffenden Art, abgelesen werden kann. In diesem Zusammenhang wird von bivalenten im Gegensatz zu äquivalenten Zellteilungen gesprochen und vermutet (ROLSHOVEN), daß der Krebs einen Rückschlag der differenzierten Bivalenz der geordneten Metazoengewebe in die ungehemmte Teilungsbereitschaft der Protisten bedeute.

Unter entwicklungsmechanischen Gesichtspunkten hat die Differenzierung dreier Keimblätter, des Endo-, Meso- und Ektoderms bei der Entwicklung des Keims für die Aufstellung von Konstitutionstypen besondere Bedeutung gewonnen (Abb. 84). Baut sich auf die Geschlechtsverschiedenheit die Unterscheidung eines männlichen und eines weiblichen Typus auf, so begründet sich auf der Erkenntnis der drei Keimblätter und ihrer Derivate die Unterscheidung dreier weiterer Typen. Nachdem verschiedene frühere Autoren ähnliche Typen intuitiv angegeben hatten, so insbesondere HÜTER und VON PFAUNDLER, sind die drei Keimblatttypen in der wissenschaftlichen Literatur neuerdings von SHELTON (1946) und MARTINY (1948) (Abb. 85) begründet worden.

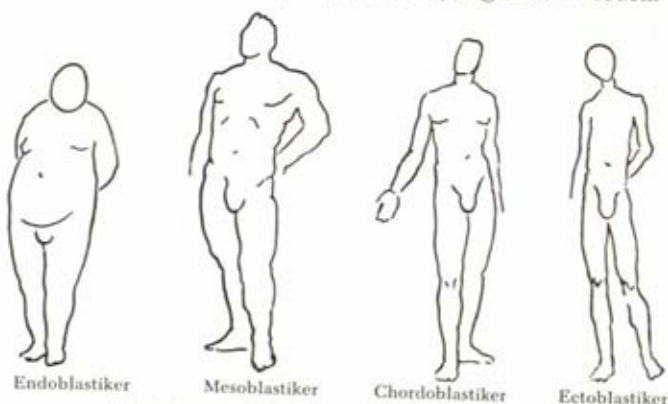


Abb. 85. Die Keimblatt-Typen (nach MARTINY).

Von den Keimblatttypen wurde der Endoblastiker bisher als Pykniker bezeichnet. Sein Verhalten wird in gesunden und kranken Tagen vor allem bestimmt durch die Abkömmlinge des Endoderms, das sind die Verdauungsorgane und Verdauungsdrüsen, mit ihnen der Stoffwechsel. Auch im Psychischen geht der Typus nach der Richtung des pyknischen Typus von KRETSCHMER, er zeigt vorwiegend zyklische (manisch-depressive) Züge. Der Mesoblastiker erscheint in seinem Habitus vor allem muskulär oder geradezu athletisch. Bindegewebs- und Stützorgane, auch das Reticuloendothel, haben ihren Ursprung im Mesoderm, und hier liegen dann auch die Stärken und Schwächen des Typus. Sein Temperament nennt KRETSCHMER viskos, d. i. zähflüssig, seine Krankheitsanfälligkeit im Psychischen soll die Epilepsie sein. Das Ektoderm läßt Haut und Nerven aus sich entstehen. So ist der Ectoblastiker bei vorwiegend leptosomem oder asthenischem Körperbau hauptsächlich in diesen Funktionen gekennzeichnet; im Psychischen sollen ihm vor allem schizoide Anlagen eigen sein. Ein vierter „chordo-



blastischer" Typus soll etwa der Norm in annähernder Harmonie aller Keimblätter entsprechen.

Auch die Alterskonstitutionen sind hier zu nennen. Ihr Begriff besagt, daß die verschiedenen Altersstufen und jedes Individuum in seinen verschiedenen Lebensaltern unterschiedlich reagieren. Der Grund für derartige Unterschiede liegt bei genetischen und entwicklungsmechanischen, aber auch physiologischen und äußeren sowie nicht zuletzt seelischen Faktoren.

Als dritter Gesichtspunkt für die Ordnung der Konstitutionen hat sich der physiologische, der zugleich ein psychosomatischer ist, als besonders fruchtbar erwiesen. Er bezieht sich vor allem auf das vegetative System, in dem innersekretorische Drüsen und autonome Nerven zusammengefaßt wer-

den. Schon während der Entwicklung des Individuums zeigen sich im frühesten embryonalen Leben bestimmte Zentren, sogenannte Organisationszentren (SPEMANN). Sie bestimmen die Organisation größerer Bereiche einer Konstitution, unter Umständen die Gesamtkonstitution; in ihnen können diese Konstitutionen zentriert sein. Die innersekretorischen Drüsen sind dann weitere Zentren, die auch im extrauterinen Dasein die Ausprägung bestimmter Konstitutionen maßgebend beeinflussen. Sie spielen dabei im vegetativen System untereinander und mit den vegetativen Nerven als eine Einheit und Ganzheit zusammen; HOFF (1950) betont mit Recht, daß jede Herausstellung eines Einzelfaktors, eines Teiles des vegetativen Nervensystems oder einer Hormondrüse eine Einseitigkeit mit sich bringe, die den biologischen Zusammenhängen nicht gerecht wird. Indem in der Einheit des vegetativen Systems jedoch das Hauptgewicht bald mehr auf diesem, bald mehr auf jenem Pol liegen kann, kommt es doch zur Ausprägung verschiedener Konstitutionstypen. Man ordnet diese Typen am zweckmäßigsten nach der Über- oder Unterfunktion der einzelnen Inkretdrüsen, wobei man sich freilich klar darüber bleiben muß, daß jede Einzeldrüse immer nur im Gesamtrahmen voll verstanden werden kann. So wird etwa von hyper- und hypothyreoiden, hyper- und hypoparathyreoiden, hyper- und hypothyminen, hyper- und hypoinsulären, hyper- und hypoadrenalen, hyper- und hypogenitalen und dergl. Typen gesprochen. Für die vegetativen Nerven erfolgt die Ordnung zwischen den Polen der Sympathikotonie und der Vagotonie, wobei Zusammenhänge mit dem Inkret-

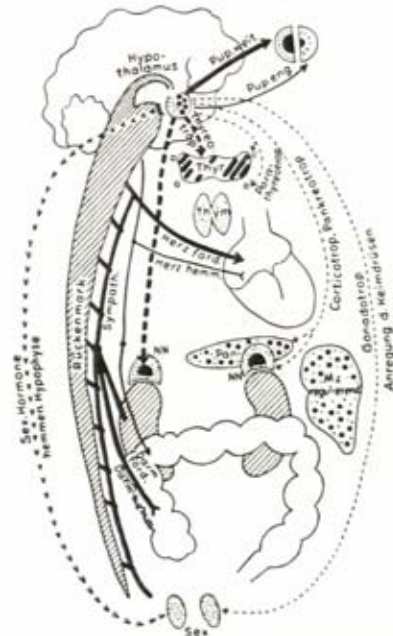


Abb. 86. Sinnbild der Zusammenarbeit im vegetativen System. Die dicken Linien kennzeichnen den Sympathicus und die ergotropen Funktionen; die überwiegend ergotropen Organe und Wirkungen sind dementsprechend dick gestrichelt und punktiert. Der Vagus und die trophotropen Funktionen sind durch dünne Stricheln und Punktierung dargestellt. Die gestrichelten Linien sollen hormonale Hemmungen oder Förderungen versinnbildlichen (nach SCHLIEPHAKE).



system durch die Bezeichnung des Sympathicus als adrenergisch und des Parasympathicus als cholinergisch gegeben werden (Abb. 86). Von den Extremtypen, die dann auf diese Weise herausgestellt werden, kann die Ordnung auch hinein in den Bereich des Nicht-Extremen und der Norm erfolgen.

Auch noch andere Organe oder Gewebe können ähnlich den innersekretorischen Drüsen eine typenbestimmende Funktion ausüben. So sprachen die alten Ärzte z. B. von einer biliären, auf die Leber bezogenen Konstitution; die französische Medizin kennt noch heute eine hepatogene Diathese. Hier wird das Hauptgewicht auf die Leberfunktion gelegt; Erkrankungen von hier aus sind offensichtlich beim weiblichen Geschlecht häufiger als beim männlichen (Ver-

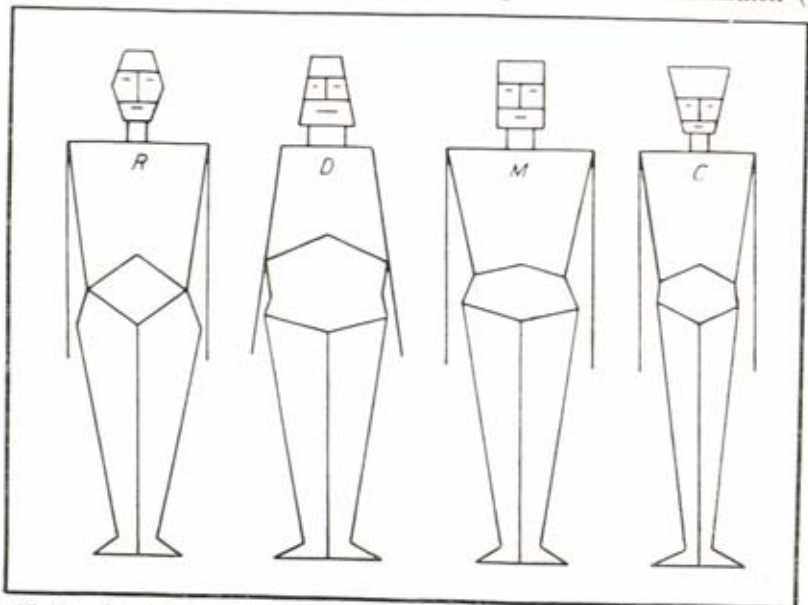


Abb. 87. Die charakteristischen Merkmale des respiratorischen (R), digestiven (D), muskulären (M) und cerebralen (C) Typus. (Nach THOORIS.)

schränkung mit der Geschlechtskonstitution). Bekannt sind weiter die konstitutionsbestimmenden Einflüsse kongenitaler oder früherworbener Herzfehler, wie überhaupt allgemeine Konstitutionsänderungen, welche der Teilausfall bestimmter Organe (Niere usw.) bedingen kann. Ihrerseits können solche Störungen wieder durch gewisse Umwelteinflüsse verursacht werden, wie Sauerstoffmangel in bestimmten Entwicklungsphasen oder Erkrankungen der Mutter (z. B. Röteln). Die Komplexion (vor allem im Unterschied von Braun- und Rothaarigen) hat allgemeinkonstitutionelle Bedeutung. Auch die Funktionen des Retikuloendothels sind bei vielen Erkrankungen grundsätzlich wichtig; sie verhalten sich individuell und damit typenmäßig verschieden. Speziell die Kinderheilkunde hat in der exsudativ-lymphatischen und in der neuropathischen Diathese besondere Konstitutionsbilder beschrieben, die sich auch ins Erwachsenenalter hinein auswirken und hier etwa in Form einer rheumatischen oder arthritischen, auch einer karzinomatösen oder anderer derartiger Konstitutionen auftreten. Im Morphologischen hat vor allem die französische Schule seit SIGAUD mit ihrer Unterscheidung eines respiratorischen, eines digestiven, eines muskulären und eines cerebralen Typus auf bestimmte Organsysteme (Luftwege, Verdauungsfunktion, Stützgewebe, Gehirnfunktionen) besonders Gewicht gelegt (Abb. 87). Diese Ein-



teilung kommt dann in mancher Bezeichnung wieder der Einteilung nach den drei Keimblättern nahe. Ebenso sind Typen aus dem sozialen Leben, in denen sich bestimmte seelische Anlagen entsprechend äußeren Anforderungen und Möglichkeiten äußern, hier zu nennen.

Auch durch äußere Einflüsse können verschiedene Konstitutionen aufgedeckt oder bestimmt werden. Solche Einflüsse verwirklichen sich vor allem durch die Ernährung. So sind im Bild der skorbutischen und der rachitischen Konstitution, wie die alten Ärzte sie nannten, unter den modernen Erkenntnissen der heutigen Klinik bestimmte Ernährungsstoffe (Vitamin C und D) erfaßt, die bestimmte Konstitutionen und Konstitutionseigentümlichkeiten verursachen. Im weiteren Sinn, d. h. auf Heilmittel allgemein bezogen, wird hier von „pharmakologischen Konstitutionen“ (HENSCHEN) oder besser „Heilmittelkonstitutionen“ gesprochen. Verschiedene klimatische Verhältnisse und Einzel-faktoren im Klima können Konstitutionsunterschiede auslösen, wobei es vor allem das vegetative System sein wird, das solche Außeneinflüsse in das Innere eines Organismus übersetzt. Wetterfähigkeit und Wetterempfindlichkeit sind hier zu nennen. Je nach Tages- und Jahreszeit reagieren die Konstitutionen verschieden. Einen bedeutenden Einfluß auf Entwicklung und Reaktion der Konstitution üben auch Infektionen aus. Sie betreffen in Einzelfällen von vornherein nur bestimmte Typen und prägen dann auch die Typen, die sie treffen, in ganz besonderer Weise. Auch sie spielen mit den andern konstitutionsbestimmenden Faktoren in unterschiedlicher Weise zusammen und können gewisse Krankheitskonstitutionen bestimmen.

Besonders interessant ist schließlich für die genannten Einteilungen das Studium der Faktoren, in denen die Einheitsbildung für die Gesamtorganisationen vermutet wird. Das sind neben dem schon erwähnten Retikuloendothel und den Inkreten vor allem die nervösen Bestandteile des Organismus sowie das Blutgefäßsystem. Hinsichtlich der Nerven haben die Forschungen SPERANSKYs ergeben, daß vielfach noch undurchsichtige und unerforschte Zusammenhänge innerhalb des Organismus durch das vegetative Nervensystem zustande kommen; von anthropologischer Seite her hat dazu SCHEIDT einige Hypothesen und Begriffe („Leitwerkssystem“) entwickelt. Als Anatom konnte STÖHR jun. konkret — aber nicht unbestritten — zeigen, daß sich das vegetative Nervensystem als ein Syncytium (vegetatives Terminalretikulum) und wahrscheinlich nicht, wie bisher angenommen, mit getrennten Endfasern über den Körper zieht. Das Großhirn vermag auch auf diesem Weg manche Krankheitsentstehung und allgemeine Körperbeeinflussung des Organismus zu bewirken. Die moderne Reflexzonendiagnostik und -therapie hat hier speziell ihre Grundlage (Abb. 88). RICKER hatte schon vor SPERANSKY und STÖHR auf die Einheit verwiesen, als welche der Organismus auch durch das Gefäßsystem zustande kommt. Seine Vorstellungen von einer Relationspathologie neben der Humoralpathologie der alten Autoren und der Cellularpathologie VIRCHOWs bauten auf derartigen Grundlagen auf.

Es ist ein Problem von hohem Interesse in der modernen Konstitutionslehre, die Beziehungen der verschiedenen typenbildenden Faktoren untereinander festzustellen und damit zu sicheren weitertragenden Schlußfolgerungen auch für eine exakte Konstitutionsdiagnostik und Konstitutionstherapie am Einzelmenschen zu kommen. Von der Geschlechtsvererbung her sind Unterschiede für die Keimblatttypen und für die innersekretorisch-vegetativen wie auch für andere Typen bekannt. Auch der unterschiedliche Ablauf etwa der Tuberkulose je nach der Alterskonstitution der Betroffenen ist ein Hinweis auf die hier vorliegenden Probleme. Darüber hinaus sind aber die Beziehungen der verschiedenen typenbildenden Faktoren und Typensysteme untereinander noch kaum erforscht worden, so etwa das Problem, daß in der individuellen Entwicklung des Lebens zu jeder Einwirkung der verschiedenen



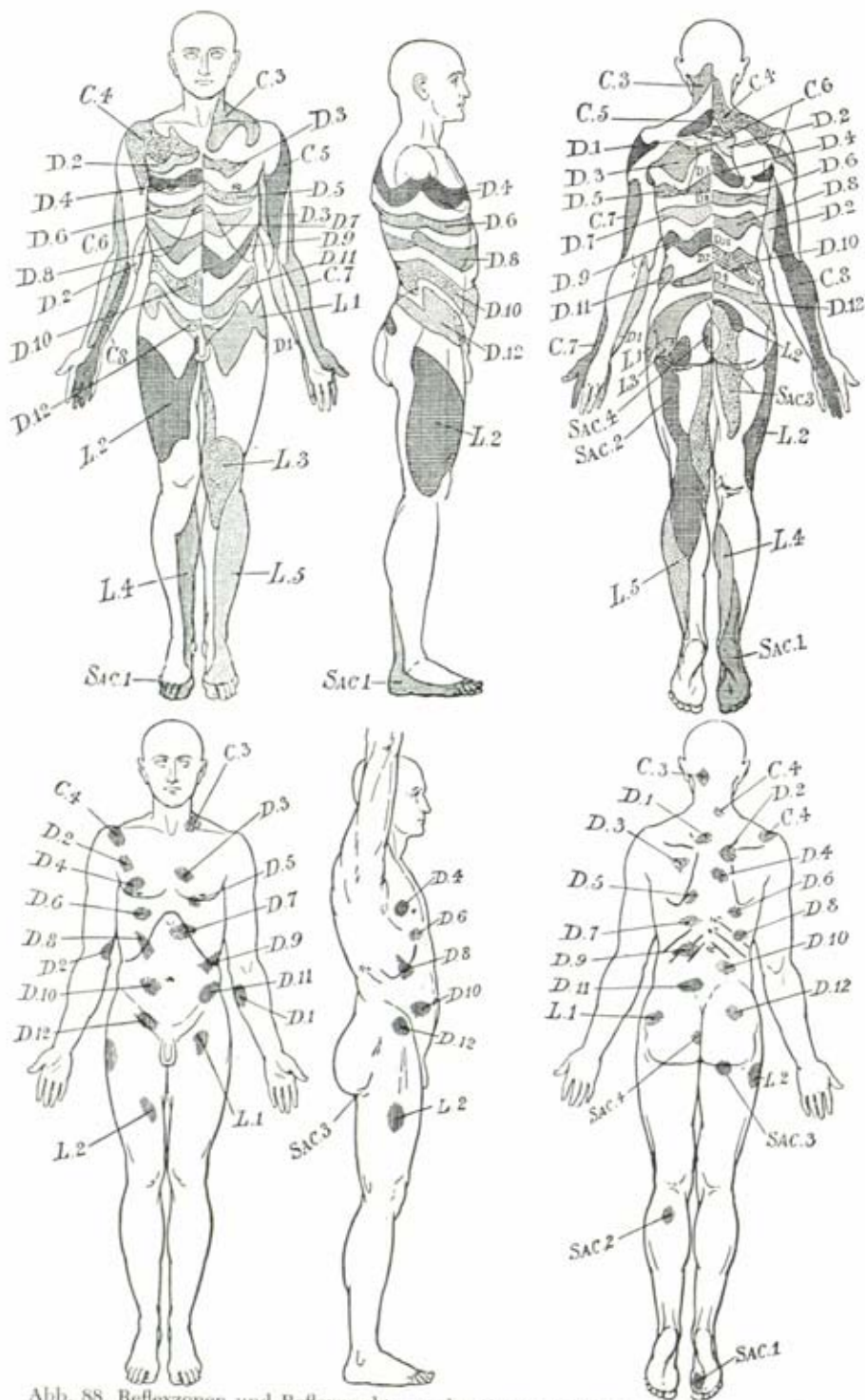


Abb. 88. Reflexzonen und Reflexpunkte an der Körperoberfläche, von denen aus Organe beeinflusst werden können, die aus demselben Wirbelsäulensegment (C = Cervicale, D = Dorsale, L = Lumbale, Sac = Sacrale) nervös versorgt werden.

Hormone auf den Organismus auch eine unterschiedlich erreichte und evtl. wechselnde „Hormonbereitschaft“ (ROMEIS) der Gewebe notwendig ist, damit die verschiedenen Faktoren sich auswirken. Nach den Untersuchungen TONUTTS kann diese Hormonbereitschaft bzw. überhaupt die lokale Ansprechbarkeit der Gewebe auf Reize wieder von den verschiedensten innersekretorischen Faktoren abhängig sein. Ebenso sei verwiesen auf die Fragen, wie die verschiedenen Hormone auf die vegetativen Nerven und die drei Keimblätter und ihre Typen in gesunden Tagen und im Krankheitsgeschehen etwa unterschiedlich einwirken und umgekehrt, ob aus dem Zusammenhang der verschiedenen typenbildenden Faktoren etwa für die verschiedenen tatsächlich verwirklichten Typen auch eine unterschiedliche Krankheitsanfälligkeit, ein unterschiedliches Verhalten in der Krankheit speziell bei Infektionen ähnlich der Tuberkulose und eine verschiedene Prognose für das Überstehen der Krankheit, auch eine unterschiedliche Ansprechbarkeit auf die verschiedenen Heilmittel herauskommt. Verwiesen sei in diesem Zusammenhang z. B. auf die Fettsucht (und Magersucht) auf endomorpher, hypothyreotischer, hypogenitaler, hypophysärer oder Zwischenhirnbasis. Auch das Problem eines Zusammenhangs bestimmter äußerer Merkmale (Gesichtszüge, Handlinien usw. in Physiognomik und Chiromie) mit bestimmten physiologischen, psychologischen oder Eigentümlichkeiten der Gesamtkonstitution ist hier zu klären.

	Hyper-Konstitutionen	Dys-Konstitutionen	Hypo-Konstitutionen
Reagibilität	Hyperkinese — Makrokinese Tachykinese Sthenie Hypertonus Erethismus Status strictus Hyperhormonal	Dyssthenie Dystonus Status mixtus Tetanoid Basedowoid u. a.	Mikrokinese — Hypokinese Bradykinese Asthenie Hypotonus Torpidität-Indolenz Status laxus Hypohormonal
	Hypervegetativ	Parasympathikoton — Cholinergisch, Sympathikoton — Adrenergisch	Hypovegetativ (Zwischenhirn- schwächlinge)
	Constitutio alcalosa		Constitutio acidosa
	Status irritabilis Hypermesenchymatiker		Bindegewebsschwäche Hypomesenchymatiker
	Hyperergiker	Allergiker	Hypoergiker
	Überdurchschnittlich leistungsfähige Konstitutionen		Unterdurchschnittlich leistungs- fähige Konstitutionen
Habitus	Pykniker Typus brevilineus Brachytypus Habitus apoplecticus, plethoricus arthriticus, hypertonicus, biliärer Typus	Athleten Dysplastiker (Dystrophiker, Endokrinopathen, Infantilismen, Senilismen)	Leptosom Typus longilineus Longitypus Habitus asthenicus, phthisicus
Glied- konstitutionen	Thorax emphysematicus, Gastrokardialer Komplex, Querherz, Stierhormagen, Makrosplanchnie	Sportherz Insuffizienzen, Partialkonstitutionen	Thorax paralyticus, Tropfenherz, Steiler Langmagen, Mikrosplanchnie

	Hyper-Konstitutionen	Dys-Konstitutionen	Hypo-Konstitutionen
Seelische Haltung	Phlegmatiker — Melancholiker — Sanguiniker — Choleriker		
	Esprit de finesse, Romantiker, akustischer Typus, Extroversion, Zylothymie, manisch-depressives Irresein, Dynamiker, Aggressions-typ, Motoriker, Hysteriker		Esprit de géométrie, Klassiker, visueller Typus, Introversion, Schizothymie, Schizophrenie, Statiker, Rezeptive, Ichtypus, Zwangsneurosen
	Neurasthenie		
Krankheits-dispositionen	Rheumatismus, Gicht, Fettsucht, Kreislauf-, Nieren-, Leber-krankheiten, Fäulnisdyspepsien, Obstipation, Hämorrhoiden, periphere und gutartige Tuberkulosen, Ekzeme, Psoriasis, Furunkulosen		Bindegewebsschwächen, Erkältungskrankheiten, Lungen-tuberkulose, Gärungs-dyspepsie, Blähsucht, multiple Sklerose, degenerative Erscheinungen
	Neuralgien — Myalgien — Arthralgien Allergosen Neurodystonien Dyshormonosen		
Therapie	Umstimmung in typenmäßig modifizierter Weise, Ausgleichs-therapie für einseitige Belastungen, Ergänzung durch Behand-lung an Partialkonstitutionen		
	Desensibilisierung Reizdämpfung und Reizbarkeits-dämpfung: Blut-, Säfte-entleerungen, Fasten, reizarme Kost, Salz-, Alkohol-, Nikotin-verbot, Laxantia, Expectorantia, Brechmittel, Antispasmodika, Sedativa, Evakuantia Ofter kurz Urlaub Kalte Anwendungen Kombinierte Dämpfungs- und Reizbehandlung in jeweils gezielter Richtung, Organ-, Gewebs-, Funktionsspezifika, Atemgymnastik, Anregung des peripheren Kreislaufs, Herzentlastung Säuernde Maßnahmen Calcium		Sensibilisierung Reiz- und Übungstherapie spezifischer und unspezifischer Art, Reizkost, auch Fleischkost, öfter kleine Mahlzeiten, unter-stützt durch Verdauungsfermente Einmal lang Urlaub Mehr warme Anwendungen Alkalisierende Maßnahmen Phosphor

Die seelischen Typen schließlich haben ihre Wurzeln in somatischen Gründen und wirken auf sie zurück, sie führen aber durch psychische Leistungen auch zu Haltungen und Kombinationen, die weitgehend über die somatischen Grundlagen hinausgehen. Sie sind der Boden unterschiedlicher sozialer Verhaltensweisen bei den einzelnen Konstitutionen und damit letzten Endes der Gemeinschaftskonstitutionen, in denen sich alles menschliche Leben vollzieht. Daher sind sie für den Menschen besonders wichtig. Die Soziologie wie auch eine Therapie der Gemeinschaften haben von hier ihren naturwissenschaftlichen Ausgang. Besonders befruchtend war für die Erforschung der seelischen Vorgänge die Unterscheidung von Unbewußtem und Bewußtem (FREUD). Aus dem Unbewußten wirken Instinkte, Triebe und Affekte, auch aus dem Bewußtsein verdrängte Komplexe; in einem „kollektiven Unbewußten“ (JUNG) sind nicht nur Menschen untereinander, sondern auch mit weiteren Tierkreisen verbunden. Im Unbewußten ruhen als „Archetypen“ die Bilder, die in Märchen, Sagen, Mythen und Prophezeiungen formuliert werden. Auch gewisse



Temperamentstypen haben hier Komponenten; schon das Altertum sprach von sanguinisch lebhaften, phlegmatisch trägen, cholerisch jähzornigen und melancholisch traurigen Typen, damit zugleich an bestimmte somatisch-physiologische Vorgänge anknüpfend. In einer modernen „Chemie der Seele“ sind diese Dinge noch weiter ausgebaut worden, vor allem hinsichtlich innersekretorisch-vegetativer Zusammenhänge. Zahlreiche andere Typenbilder schließen sich hier an. Im Bewußten werden Weltanschauungstypen, besondere Typen des kulturellen Lebens u. a. unterschieden; einen breiten Raum der Lehre von den seelischen Typen nehmen Systeme ein, die sich um unterschiedliche Auswirkungen von gleichzeitig unbewußten und bewußten Faktoren bemühen, wie Typen des emotionalen Lebens, eines unterschiedlichen Kontaktes zur Umwelt, unterschiedlicher Stimmungslagen und dgl. All diese Dinge bestimmen das Zusammenleben der Menschen und sind damit für den einzelnen ebenso von Bedeutung wie für die Gruppen, in denen sich sein Leben verwirklicht.

Die Konstitutionslehre ist heute derjenige Zweig der Anthropologie, auf dessen Gebiet noch die meisten Forschungsaufgaben liegen. Zugleich ist es der Zweig, der für die Praxis des Arztes und des Erziehers die größte Bedeutung hat, indem hier die Gesundheitslehre der Anthropologie unmittelbar in die Krankheitskunde der Medizin übergeht und die Grenzen zwischen den beiden unscharf verfließen (vgl. die Übersicht zu Diagnostik und Therapie in der Tab. S. 131/132). Er führt die Erkenntnisse der Abstammungslehre beim Menschen (Ordnung der Primaten einschließlich der Hominiden) und der Rassenkunde (Klassifikation der Menschenrassen) weiter in die tägliche Praxis und verschränkt sich zugleich mit den Erkenntnissen dieser beiden anthropologischen Kategorien. Seine letzte Auswirkung bezieht sich dann nicht nur auf das Individuum, sondern zugleich auf die Gemeinschaften, in deren Zusammenhängen es lebt (Gemeinschaftskonstitutionen), der Tatsache entsprechend, daß der Konstitutionsbegriff ursprünglich auf das Staatsleben Bezug hatte.

## Literatur

- ASCHNER, B., 1924: Die Konstitution der Frau. Bergmann, München.  
 — 1934: Die Krise der Medizin. Lehrbuch der Konstitutionstherapie, 6. Aufl. Hippokrates-Verl., Stuttgart.  
 ASCHOFF, L., 1948: Rudolf Virchow, Wissenschaft und Weltgeltung. Hoffmann u. Campe, Hamburg.  
 ALLPORT, G. W., 1949: Persönlichkeit, Struktur, Entwicklung und Erfassung der menschlichen Eigenart. Klett, Stuttgart.  
 BAUER, J., 1924: Konstitutionelle Disposition zu inneren Erkrankungen, 3. Aufl. Springer, Berlin.  
 BAUER, K. H., 1922: Vererbung und Konstitution. Dtsch. Med. Wschr. 1, 653.  
 BERNUTH, F. v., 1940: Konstitution. Mschr. Kinderhk. 83, 110.  
 BETTMANN, S., 1932: Hautmerkmale u. Hautkonstitution. Münch. Med. Wschr. 79, 661.  
 BOEHM, H., 1939: Aus der Konstitutionsforschung. Zschr. ärztl. Fortbild. 36, 205.  
 BÖHLE, W., 1929: Körperbauform als Spiegel der Seele. Teubner, Leipzig.  
 BLEULER, M., 1948: Untersuchungen aus dem Grenzgebiet zwischen Psychopathologie und Endokrinologie. Arch. Psychol. u. Neurol. 3/4.  
 BRANDT, W., 1931: Konstitutionsanatomie. Springer, Berlin.  
 BRUGSCH, Th., 1922: Allgemeine Prognostik oder die Lehre von der ärztlichen Beurteilung des gesunden und kranken Menschen. Urban u. Schwarzenberg, Berlin-Wien.  
 — 1934: Konstitutionslehre. Zschr. ärztl. Fortbild. Nr. 61.  
 — 1948: Lehrbuch der inneren Medizin, 13. Aufl. Urban u. Schwarzenberg, Berlin-München.  
 BUINEWITSCH, K., 1940: Über hypo- und hyperplastische Konstitution. Zbl. inn. Med. 61, 561.  
 BUNAK, S., 1923: Konstitutionstypen. J. Russ. Anthropol. Moskau.  
 CONRAD, K., 1941: Die Konstitutionstypen als genetisches Problem. Springer, Berlin.

- COERPER, C., 1926: Was hat man unter Sigaud-Coerperischen Grundtypen zu verstehen? Zschr. ärztl. Fortbild. **26**, 765.
- CORMAN, L., 1937: Quince leçons de morpho-psychologie. Legrand, Paris.
- CURTIS, F., 1944: Konstitution. Hdb. inn. Med. **VI**, 1, 4. Aufl. Springer, Berlin.
- DAVID, W., 1935: Über Konstitution und Konstitutionstherapie. Med. Klin. **31**, 810.
- DUGAST-ROUTILLÉ, 1948: Tendances actuelles de la Typologie. J. d'Etude de Typologie humaine, Hotel-Dieu de Paris.
- DULIOT, E., 1945: Les climats et l'organisme humain. Presses Univ., Paris.
- EICKSTEDT, E. v., 1937: Die Forschung am Menschen. Enke, Stuttgart.
- ENKE, W., 1928: Experimentalpsychologische Studien zur Konstitutionsforschung. Zschr. Neurol. **114**, 770.
- FEUCHTINGER, O., 1946: Fettsucht und Magersucht. Enke, Stuttgart.
- FREUD, S., 1924/27: Gesammelte Schriften. Intern. psychoanalyt. Verl. Wien-Zürich.
- GOLDSCHMIDT, R., 1931: Die sexuellen Zwischenstufen. Springer, Berlin.
- GROSSER, O., 1940: Anatomische Grundlagen d. Individualität. Forsch. u. Fortschr. **16**, 214.
- GÜNTHER, H., 1950: Beurteilung des Körperhabitus mit dem Formindex. Endokrinologie **27**, 50.
- HAUCHMANN, S., 1929: Indices als Bestimmer der Konstitutionstypen. Zschr. Konstit.-lehre **14**, 679.
- HANHART, E., 1940: Allgemeines über Konstitution. Hdb. d. Erbbiol. **I**. Springer, Berlin.
- 1940: Konstitution beim Menschen. Hdb. d. Erbbiol. **I**. Springer, Berlin.
- HELLPACH, W., 1937: Ergänzung zur Systematik der Konstitutionstypologie. Zschr. menschl. Vererb.-Konstit.-lehre **21**, 87.
- 1939: Geopsyche, 5. Aufl. Engelmann, Leipzig.
- HALDANE, 1932: Die philosophischen Grundlagen der Biologie. Prismen-Verl., Berlin.
- HERTZ, TH., 1931: Pharmakodynamische Untersuchungen an Konstitutionstypen. Zschr. Neurol. **134**, 605.
- HIRSCH, O., 1932: Blutzuckerbelastungsproben zur blutchemischen Fundierung der Körperbautypen. Zschr. Neurol. **140**, 710.
- HOFF, F., 1950: Haarkleid und vegetatives System. Dtsch. Med. Wschr. **75**, 478.
- HUTER, C., 1952: Illustriertes Handbuch d. Menschenkenntnis, 5. Aufl. Huterwerk-Verl., Schwaig.
- JACOBI, J., 1940: Die Psychologie von C. G. Jung. Rascher, Zürich.
- JACQUELIN, A., 1948: Les tendances morbides des divers types humains. J. d'Etude de Typologie humaine, Hotel Dieu de Paris.
- JAENSCH, W., 1934: Konstitutions- und Erbbiologie. Barth, Leipzig.
- JAENSCH, E. R., 1941: Konstitutionstypus und menschliche Grundform. Zschr. Psychol. **150**, 193.
- JUNG, C. G., 1920: Psychologische Typen. Rascher, Zürich-Leipzig.
- JASPERS, K., 1946: Allgemeine Psychopathologie, 4. Aufl. Springer, Berlin-Heidelberg.
- KELLER, K., 1939: Was ist Konstitution? Wien. klin. Wschr. **52**, 477.
- KOCH, W., 1952: Was ist Konstitution? Zschr. Züchtungsk. **24**, 77.
- KOCH, E., 1941: Arbeitsweisen, Arbeitsbegriffe und neue Tatsachen moderner Konstitutionsforschung. Zschr. Rassenk. **12**, 96.
- KLOOS, G., 1951: Die Konstitutionslehre von C. G. Carus. Karger, Basel-New York.
- KÖNIG, A., 1939: Ein Vergleich zwischen Rasse und Konstitution. Med. Diss. München.
- KRAMASCHKE, W., Konstitutionslehre und Typenforschung. Die Ärztin **18**, 301.
- KRETSCHMER, E., 1955: Körperbau und Charakter, 21./22. Aufl. Springer, Berlin.
- KUPFER, A., 1930: Die „Dreitypenlehre“ Carl Huters 1880—1912 im Vergleich zu den „Drei Körperbautypen“ Prof. Dr. med. Kretschmers 1921—1929, Huterwerke-Verl., Schwaig.
- 1953: Die neue Heilmethode. Huterwerke-Verl., Schwaig.
- KURAS, B., 1940: Sympathikusreizversuche an den Konstitutionen. Zschr. Neurol. **168**, 415.
- KÜHNEL, G., 1934: Die rechnerische Kontrolle der Körperbaudiagnosen. Zschr. Neurol. **149**, 629.
- 1932: Die Konstitutionsform der Hand. Zschr. Neurol. **141**, 98.
- LANGE, F., 1940: Die Sprache des menschlichen Antlitzes, 3. Aufl. Lehmann, München.
- LENZ, W., 1949: Ernährung und Konstitution. Urban u. Schwarzenberg, Berlin-München.
- LORENTZ, F. H., 1940: Neue Konstitutionstypen des Körperbaues. Dtsch. med. Wschr. **66**, 628.
- MARTIN, H. O., 1941: Sella turcica und Konstitution. Versuch einer Sellagrößen- und Formdeutung innerhalb konstitutionsmedizinischer Gefüge. Thieme, Leipzig.
- MARTIN-OPPENHEIM, ST., 1950: Ein Beitrag zur Konstitution des Kindes. Österr. Zschr. Kinderhk. **4**, 135.



- MARTINY, M., 1948: Essai de Biotypologie humaine. Peyronnet, Paris.
- MALL, G., 1941: Der Kohlehydratstoffwechsel der Konstitutionstypen. Die Wirkung von Schilddrüsenhormon auf den Blutzuckerspiegel. Zschr. Neurol., 171, 685.
- MÜLLER, R. F. G., 1941: Eine Konstitutionslehre der altindischen Medizin. Zschr. Rassenphysiol. 12, 59.
- NACHTSHEIM, H., 1940: Allgemeine Grundlagen der Rassenbildung. Hdb. d. Erbbiol., I. Springer-Verlag, Berlin.
- NÄGELL, O., 1934: Allgemeine Konstitutionslehre, 2. Aufl. Springer, Berlin.
- 1935: Grundsätzlich wichtige Ergebnisse der Konstitutionslehre und Konstitutionspathologie. Erbarzt, 49.
- PENDE, N., 1947: La Scienza moderna della Persona umana. Garzanti, Milano.
- 1924: Konstitution und innere Sekretion. Abh. Grenzgeb. inn. Sekret. Novak u. Co., Budapest-Leipzig.
- PETERSEN, H., 1939: Manifestation der persönlichen Eigenart im Körperbau. Veröff. Berl. Akad. ärztl. Fortbild. 5, 111.
- V. PFAUNDLER, M., 1931: Konstitution und Konstitutionsanomalien. v. Pfaundler-Schlossmann: Hdb. d. Kinderhk., 4. Aufl., Bd. 1.
- RIECKER, G., 1947: Allgemeine Pathologie von A. D. SPERANSKY. Hippokrates-Verlag, Stuttgart.
- RODRIGUEZ, G. G., 1940: La constitucion individual normal. Salvat Editores, S. A. Barcelona.
- V. ROHDEN, F., 1931: Methoden der konstitutionellen Körperbauforschung. In Abderhalden, E.: Hdb. d. biol. Arb. Meth. Urban u. Schwarzenberg, Berlin.
- ROMEIS, B., 1916: Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung innersekretorischer Organe IV. Zschr. ges. exper. Med., 5, 99.
- 1931: Altern und Verjüngung. Hdb. d. Inn. Sekret. Kabitzsch, Leipzig.
- ROTHACKER, E., 1947: Die Schichten der Persönlichkeit, 3. Aufl. Barth, Leipzig.
- RUDDER, B. DE, 1938: Grundriß der Meteorobiologie des Menschen, 2. Aufl. Springer, Berlin.
- SALLER, K., 1929: Konstitution und Rasse beim Menschen. Erg. Anat., 28, 250.
- 1930: Die Grundlagen und die Ordnung der menschlichen Konstitution. Endokrinol., 5, 241.
- 1931: Der Geschlechtsunterschied im Verhältnis Stammlänge zur Körpergröße beim Menschen. Zschr. Konstit.-lehre, 16, 81.
- 1947: Konstitution und Vererbung. Hippokrates, 17, 148.
- 1949: Rasse und Konstitution in ihrem Wesen und ihrer Definition. Philos. Jb., 453.
- 1950: Allgemeine Konstitutionslehre. Hippokrates-Verl., Stuttgart.
- 1952: Die Konstitutionslehre in der modernen Medizin, Ergebnisse und Probleme. Dtsch. Med. Wschr. 77, 811.
- SCHALLEREGG, D., 1941: Die menschliche Hand in ihrer Beziehung zu Alter, Geschlecht und Konstitution. Zschr. menschl. Vererb.- u. Konstit.-lehre, 25, 206.
- SCHIEDT, W., 1948: Lehrbuch der Anthropologie. Hermes, Hamburg.
- SCHLIEPHAKE, H., 1951: Krankheitsbereitschaft und innere Sekretion mit Berücksichtigung der physikalischen Therapie. Die Heilkunst, 64, 280.
- SCHNEIDER, I. A., 1941: Über Konstitutionsfragen. Med. Welt, 15, 817, 868, 893.
- Über hypophysäre Konstitutionstypen. Forsch. Fortschr. 18, 296.
- SCHWARZ, O., 1929: Medizinische Anthropologie. Hirzel, Leipzig.
- SELTZER, C. C., WELLO, F. L., and McTERNAN, E. B., 1948: A relationship between Sheldonian Somatotype and Psychotype. J. Person., 16, 431.
- SHELDON, H. W., 1940: The varieties of human physique. Harper u. Brothers, New York.
- 1942: The varieties of temperament. Harper u. Brothers, London-New York.
- SIGAUD, C., 1904: La forme humaine. Paris.
- SPERANSKY, W., 1950: Grundlagen der Theorie der Medizin. Aus d. Russ. übers. von ROQUES: Saenger, Berlin.
- STOCKARD, CH. R., 1932: Die körperlichen Grundlagen der Persönlichkeit. Fischer, Jena.
- STÖHR, Ph., jun., 1951: Lehrbuch der Histologie und der mikroskopischen Anatomie des Menschen. Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg.
- STRÖMGREN, E., 1937: Über anthropometrische Indices zur Unterscheidung von Körperbautypen. Zschr. Neurol. 159, 75.
- 1941: Om Mulighederne for en exakt Uddifferentiering of Konstitutionstyper. Nord. Med. 13, 157.
- SZABÓ, Z., 1937: Vererbungswissenschaftliche Bestimmung des Konstitutionsbegriffs. Zschr. menschl. Vererb.- u. Konstit.-lehre, 21, 286.
- TAKAKUSU, S., u. SINYUKO, 1939/40: Studien über die Konstitution der japanischen und koreanischen Frauen (japanisch). Anthropologische Untersuchungen an 531 japa-



- nischen und 500 koreanischen Frauen nach der Methode von Martin. Autoref. in Ber. Gynäk. **39**, 419; **40**, 687.
- THOORIS, A., 1937: La Médecine morphologique. Doin & Co., Paris.
- TONUTTI, E., 1951: Experimentelle Grundlagen zum Problem der hormonalen Beeinflussung des örtlichen Krankheitsgeschehens. Dtsch. Med. Wschr. **76**, 1041.
- VANNIER, L., 1949: La typologie et ses applications thérapeutiques, 2. Aufl. Doin & Co., Paris.
- VAUTHIER, U., 1940: Constitution et tempérament. Schweiz. Mschr. Zahnk. **50**, 843.
- v. VERSCHUER, O., 1929: Die Konstitutionsforschung im Lichte der Vererbungswissenschaft. Klin. Wschr. **1**, 769.
- WEIDENREICH, F., 1927: Rasse und Körperbau. Springer, Berlin.
- WEININGER, O., 1925: Geschlecht und Charakter. Braunmüller, Wien-Leipzig.
- v. WEIZSÄCKER, V., 1947: Der Gestaltskreis. 3. Aufl. Thieme, Stuttgart.
- 1951: Der kranke Mensch. Einführung in die medizinische Anthropologie. Koehler, Stuttgart.
- WESTPHAL, K., und HARTNER, F., 1930: Die Indexberechnung als Hilfsmittel der Körperbauforschung. Zschr. Neurol. **127**, 216.
- u. STRAUSS, E. B., 1930: Über den Wert der Indexberechnung in der Körperbauforschung II. Zschr. Neurol. **130**, 243.
- WIEDEMANN, E., 1942: Beziehungen zwischen Hypertonie und Körperbautypen. Med. Diss., München.
- WOLTERECK, H., und Mitarbeiter, 1938: Klima, Wetter, Mensch. Quelle u. Meyer, Leipzig.
-

## II. Allgemeine Methoden der Anthropologie

Jede fruchtbringende anthropologische Arbeit hat die genaue Kenntnis der anthropologischen Methodik nach ihren verschiedenen Richtungen hin zur Voraussetzung. Zahlreiche mühsame und zeitraubende Erhebungen und Forschungen sind für die Anthropologie wertlos geblieben, ja schädlich geworden, einzig, weil sie ohne genügende methodische Kenntnisse unternommen wurden. Wie alle Wissenschaften erfordert auch die Anthropologie eine eingehende Schulung, die nur durch praktische Betätigung und Übung erworben werden kann. Leicht erscheint eine technische Manipulation nur dem Unerfahrenen; die Schwierigkeiten der Technik erschließen sich erst dem geübten und gewissenhaften Beobachter, die Schwierigkeiten der Verarbeitung und Interpretation der gesammelten Tatsachen meist nur dem Fachmann. Dabei ist gerade für den Anthropologen in seiner Gesamtschau über den Menschen noch eine besondere Schwierigkeit in der Notwendigkeit gegeben, neben seinen Spezialmethoden auch diejenigen der Anatomie, Physiologie und Psychologie sowie anderer grundlegender oder Hilfswissenschaften zur Hauptsache zu beherrschen. Die nachfolgende Darstellung wird dementsprechend zunächst allgemeine Methoden behandeln, in den Unterabschnitten aber auch auf spezielle Methoden im einzelnen näher eingehen müssen und so die Ausführungen über die allgemeine Methodik ausbauen und ergänzen.

### A. Methoden der Materialgewinnung

Das Untersuchungsgut, das sich dem Anthropologen zur Untersuchung darbietet, sind entweder lebende Individuen oder Leichen, oder aber einzelne Körperteile, die sich in verschiedenem Zustand der Konservierung befinden können. Danach werden auch die Vorschriften für die Materialgewinnung und -Erhaltung verschieden sein müssen. Es sei aber hier gleich betont, was übrigens schon aus der früher gegebenen Definition hervorgeht, daß sich der Anthropologe nicht auf Beobachtungen am Menschen beschränken darf, sondern daß er seine Sammeltätigkeit auf die gesamte Primatengruppe ausdehnen muß, weil er für die Entscheidung wichtiger Fragen auf ihr vergleichendes Studium angewiesen ist. Auch Tierexperimente wird er für einen Teil seiner Fragestellungen durchführen müssen.

#### 1. Untersuchungen am Lebenden

Die Untersuchung lebender menschlicher Individuen aller Altersstufen und beiderlei Geschlechts ist heute in größerem oder geringerem Umfang überall möglich und nur da mit Schwierigkeiten verbunden, wo gesellschaftliche oder religiöse Vorstellungen dem entgegenstehen. In der Regel sind nach gegebener Aufklärung und bei entsprechendem persönlichen Takt auch diese Hindernisse zu beseitigen. Die anthropologische Untersuchung weiblicher Individuen kann allerdings vielfach nur durch Frauen erreicht werden. Kaum eine

andere Wissenschaft ist deshalb so sehr auf die Mitwirkung der Frau angewiesen wie die Anthropologie. Eine wesentliche Erleichterung aller seiner Unternehmungen stellt es dar, wenn der Anthropologe Arzt ist.

Bei Naturvölkern und Kleinkindern hat das Vorbild große suggestive Kraft. Man versäume daher nicht, die Untersuchung zuerst an sich selbst oder an einer vertrauten Person vorzunehmen. Dadurch zerstört man Furcht und Mißtrauen und wird alsbald seine Beobachtungen auch z. B. an zuerst scheuen Eingeborenen ausführen können.

Bei Kultur- und Halbkulturvölkern bieten diejenigen Institutionen das geeignetste Arbeitsfeld für den Anthropologen, in denen eine größere Anzahl von Individuen angesammelt ist. Das sind in erster Linie die Schulen (Volks-, Mittel- und Hochschulen, Ferienkolonien), die Fabriken und andere Gemeinschaftsinstitutionen, ferner Krankenhäuser und Privatanstalten, die Kasernen (bzw. die zum Ersatzgeschäft zusammengerufenen Rekruten), die Polizeikaserne und Gefängnisse, auch öffentliche Häuser. Die Möglichkeit, in solchen Einrichtungen Erhebungen vorzunehmen, hängt immer von der Einwilligung der zuständigen Behörde ab, die man sich rechtzeitig besorgen muß. Bei Dorfuntersuchungen in Europa hilft häufig die Unterstützung einer einflußreichen Persönlichkeit des kulturellen Lebens (Pfarrer, Lehrer), doch kommt man auch in fremden Ländern mit Hilfe von Respektspersonen weiter als wenn man auf sich selbst gestellt ist. Im kleineren Umfang sind Erhebungen aber auch dem Einzelnen möglich. Ein dankbares Arbeitsfeld bietet in dieser Beziehung die eigene Familie, die Verwandtschaft im weitesten Sinn und der Bekanntenkreis, besonders da, wo es sich um das Studium von Vererbungsfragen und ihrer Zusammenhänge handelt.

In der experimentellen Forschung kommen für alle Fragestellungen (einschließlich der Psychologie) in erster Linie diejenigen Affenarten in Frage, die dem Menschen am nächsten verwandt sind, für die Klärung allgemeiner physiologischer Probleme daneben auch solche Versuchstiere (Ratten, Mäuse usw.), deren Ernährungsbedingungen denjenigen des Menschen am ähnlichsten sind. Eine experimentelle Konstitutionsforschung läßt sich am besten an Haustieren (Hund, Kaninchen, Rind, Pferd u. a.) durchführen, die eine starke rassische und konstitutionelle Differenzierung und in dieser Differenzierung die grundsätzlichen Probleme auch für den Menschen zeigen.

## 2. Totes Material

### a) Leichen und innere Organe\*)

Affen, an denen anthropologische Studien durchgeführt werden sollen, stehen zum Teil in Tiergärten zur Verfügung, hier allerdings unter weitgehend unnatürlichen Bedingungen. Für ausgedehntere Studien muß man sie in der freien Wildbahn schießen.

Anthropologische Beobachtungen an Menschenleichen werden sich nur in Krankenhäusern (pathologisch-anatomische Abteilungen) und anatomischen Instituten anstellen lassen; für das Studium der Varietäten des Muskel-, Gefäß- und Nervensystems ist man ausschließlich auf die Präpariersäle der letztgenannten Institute angewiesen. Wertvoll ist dieses Material besonders, wenn Herkunft, Alter, Geschlecht, Beruf und Todesursache eines jeden Individuums

\*) Zur ausführlichen Darstellung einschlägiger Methoden s. S. SCHWERIN, 1952: Anatomische Trocken-, Feucht- und Knochenpräparate. Eine technische Anleitung zu ihrer Herstellung und Konservierung für Gutachten und zum Aufbau medizinischer Lehr- und Schausammlungen. Springer-Verlag Göttingen-Heidelberg-Berlin.



festgestellt werden können. Es ist aber wünschenswert, die entsprechenden Studien nicht nur an Europäern, sondern auch an Vertretern primitiver Stämme vorzunehmen, doch ist die Konservierung ganzer Leichen und auch einzelner Leichteile auf Forschungsreisen, besonders in den Tropen, mit fast unüberwindlichen Schwierigkeiten verbunden. Um so eher sollte jede Gelegenheit, die sich zur Erwerbung menschlicher Leichen fremder Rassen bietet, wahrgenommen werden. Viel leichter ist die Beschaffung von Affenleichen, die ohne viele Mühe und ohne viel Raum zu beanspruchen, so konserviert werden können, daß sämtliche Organsysteme noch nach langer Zeit sich zum Studium geeignet erweisen. Besonders günstig liegen in dieser Beziehung die Verhältnisse für zoologische Gärten in Großstädten.

Als einfachste Konservierungsflüssigkeit für ganze Leichen und Leichteile empfiehlt sich der gewöhnliche, allorts käufliche Alkohol oder Spiritus. Man lege das betreffende Objekt in irgendein verschließbares Glas oder eine Zinnbüchse und übergieße es zunächst mit verdünntem Alkohol von ca. 50—60 v. H., wechsele die Flüssigkeit nach ungefähr 24 Stunden und verwende dann 75- bis 96%igen Alkohol, der, wenn er sich trübt, nach einiger Zeit nochmals gewechselt werden sollte. Ein weiter unten angegebener Zusatz von Glycerin und Formol ist sehr anzuraten.

Auch Formol (Formalin), eine wässrige, 30- bis 40%ige Formaldehydlösung, wird viel zur Konservierung verwendet. Man stelle sich eine schwache Formollösung her (1 Teil Formol auf 9 Teile Wasser). Stärkere Lösungen härten zu stark und machen die Muskulatur hart und brüchig. Selbst das Skelett wird durch Formolbehandlung leicht verdorben. Die Weichteile lösen sich nur schwer ab und sogar der Knochen wird brüchig. Wo es sich also vorwiegend um die Erhaltung und spätere Präparation der Muskulatur handelt, ist Alkoholbehandlung vorzuziehen.

Auch Dauerpräparate zu Lehr- und Studienzwecken werden in Alkohol oder Formol konserviert. Die einer Formol- und späteren Alkoholbehandlung unterworfenen Präparate und Weichteile können auf einer Watteschicht, die mit etwas Formol und Glycerin getränkt wurde, in einem luftdicht verschlossenen Glasgehäuse aufbewahrt werden und behalten dann ihre natürliche Farbe. Diese Methode eignet sich besonders für die Konservierung ganzer Rassenköpfe, der Weichteile des Gesichts und für Hautstücke, da alle Details der Farbe, der Form, des Reliefs und der Behaarung erhalten bleiben. Um auch die Eingeweide vor Fäulnis zu bewahren, muß die Konservierungsflüssigkeit in das Innere des Körpers gelangen können. Man wird zu diesem Zweck mit Vorteil einen senkrechten Schnitt vom Unterrand des Brustbeins bis gegen den oberen Schambeinrand fingerbreit links von der Mittellinie der vorderen Bauchwand entlang führen und, falls derselbe nicht klaffen sollte, durch ein eingeklemmtes Stückchen Holz offen halten.

Eine absolute Garantie zur Erhaltung der inneren Organe gibt aber nur die Injektion, die jedoch nur von anatomisch Geschulten oder nach fachgerechter persönlicher Anleitung regelrecht ausgeführt werden kann. Man lege zuerst die Arteria femoralis, Arteria axillaris und unter Umständen auch die Arteria carotis durch Präparation frei, injiziere mittels einer eingebundenen Injektionsspritze so lange, bis die äußere Hautbedeckung leicht aufquillt, und unterbinde dann die Gefäße. Als Injektionsflüssigkeit hat sich 96%iger Alkohol bewährt, dem pro Liter 20 ccm Glycerin und 1 ccm Formol der käuflichen Lösung beigemischt werden. Es genügt aber auch eine einfache Alkohol-Formol-Mischung (9 Teile Alkohol, 1 Teil Formalinlösung). Ebenso hat sich eine Injektionsflüssigkeit, bestehend aus  $\frac{1}{3}$  Glycerin,  $\frac{1}{3}$  Alkohol und  $\frac{1}{3}$  konzentrierter roher Karbollösung (Vorsicht für die Hände!) sehr gut bewährt. Neuerdings wird eine 5%ige Formalinlösung viel benützt, wobei als Lösungsmittel Wasser oder 70%iger Alkohol mit  $\frac{1}{2}$  % Glycerinzusatz empfohlen wird; Zusatz von 10 % Kochsalz begünstigt die Konservierung. Ist man mit keiner Injektionsspritze ausgerüstet, so kann man sich auch mittels eines Glasgefäßes, eines 1—2 m langen Gummischlauches und eines hebelarmartig umgebogenen Rohres, das bis zum Boden des Gefäßes reicht, einen Irrigator bzw. Injektor herstellen. Am unteren Ende des Schlauches muß dann eine Glaskanüle mit Spitze angebracht sein, die in die Arterie paßt und eingebunden wird. Vorher sauge man die Flüssigkeit etwas (vorsichtig) an, damit der Schlauch als Heber wirkt. Das Gefäß mit der Konservierungsflüssigkeit ist langsam höher zu heben, damit diese unter zunehmendem Druck in den Körper bzw. Kopf einströmen kann. Dabei ist die gleichzeitige Eröffnung einer Vene zweckmäßig, damit das Blut aus den Gefäßen ablaufen kann.

Gewöhnlich genügt die Injektion durch die Arteria axillaris, um auch das Gehirn zu härten. Soll dieses jedoch bald nach dem Tod herausgenommen und besonders für topographische Studien verwendet werden, dann mache man in die Arteria carotis eine Injektion mit einer 5%igen Lösung des käuflichen Formols. Die Gefäße, aus denen die Flüssigkeit bei der Injektion ausläuft, sind zu unterbinden. Nach einigen Stunden öffne man den Schädel, löse sorgfältig die Dura mater ab, und man wird das Gehirn schon so gehärtet finden, daß es ohne Schaden herausgenommen werden kann.

Die Schädelöffnung vollzieht sich in der Weise, daß man durch einen Transversalschnitt (und evtl. auch durch einen Sagittalschnitt) die Kopfhaut teilt und nach den Seiten herabzieht. Dann zeichne man sich auf dem Schädeldach möglichst tief einen Horizontalschnitt auf und führe ihn mittels einer Knochensäge sorgfältig aus. Man achte auf die verschiedene Dicke der Knochenwand in den verschiedenen Regionen und verhöte ein Einschnelden in die Dura mater. Einzelne stehengebliebene Knochenbrücken kann man mit einem kleinen Meißel oder Hammer sprengen. Adhäsionen der Dura mater am Schädeldach löst man mittels einer Schere oder Pinzette. Zur Öffnung des Subduralraumes wird die Dura mater in der Medianlinie und seitlich davon mit einer Schere durchgeschnitten, und nach den Seiten herabgezogen. Dann hebt man das Gehirn sorgfältig von der Stirnregion auf, durchschneidet die Nerven an der Basis möglichst nahe am Knochen, trennt das Tentorium cerebelli von der oberen Kante der Felsenbeinpyramide ab und schneidet schließlich möglichst nahe am Rückenmark quer durch das verlängerte Mark. Auch Gehirne, die erst nachher fixiert werden können, werden in gleicher Weise der Leiche entnommen. Wenn irgend möglich, bestimme man sofort das Gewicht des herausgenommenen Gehirns einschließlich Pia mater, das auf einer Watteunterlage (von Zeit zu Zeit wenden) in der oben angegebenen Lösung weiter gehärtet wird, und in mit 60- bis 70%igem Alkohol durchtränkter Watte gut eingewickelt, in einer hermetisch verschlossenen Büchse versandt werden kann. Erhält man auf Reisen abgeschnittene Köpfe, so kann man das Gehirn auch auf die angegebene Weise im Schädel selbst sich härten lassen und erst später herausnehmen. Diese Köpfe müssen, um Druckveränderungen an den sehr wichtigen Weichteilen des Gesichts (Nase, Lippen) zu vermeiden, sorgfältigst mit Watte umwickelt und entsprechend gelagert bzw. verpackt werden.

**Trockene Hirnpräparate**, die später allerdings nur zum Studium der äußeren Topographie Verwendung finden können, werden auf folgende Weise hergestellt: Man härtet das Gehirn zunächst 2—3 Tage lang in Chlorzink, legt es dann nach sorgfältiger Entfernung der Hirnhäute 14 Tage lang in 96%igem Alkohol, der mehrmals gewechselt werden muß. Hierauf wird das Objekt 2—4 Wochen lang unter mäßiger Erwärmung in Terpentin und nachher eine gleich lange Zeit in Ölfirniss gehalten; schließlich läßt man es an der Luft trocknen. Bei dieser Behandlung nimmt das Gehirn um zirka ein Viertel seines Volumens ab, behält aber durchaus seine Form bei. Zur Herstellung schöner Gehirnpräparate, die nicht schrumpfen und sich gut halten, eignet sich auch die einfache Paraffineinbettung.

Auch Präparate anderer isolierter Organe (Leber, Herz usw.), sowohl vom Menschen als vom Affen, werden in ganz gleicher Weise behandelt. Man sammle ferner auch behaarte und unbehaarte Hautstücke der verschiedensten Körperstellen, auch einzelne Haarproben. Will man größere Hautstücke, z. B. mit Tatauierungen trocken aufbewahren, so spanne man sie mit Nadeln auf einem Holz- oder Korkplättchen auf und lasse sie so trocknen. Wenn und wo irgend möglich wende man seine Aufmerksamkeit auch kindlichem und embryologischem Material einschließlich der Eihäute zu, das aber der raschen Dekomposition wegen sofort in Konservierungsflüssigkeit gebracht werden muß.

Da das Studium der Knochenbildung und -entwicklung für das Verständnis der Knochenvarietäten von großer Wichtigkeit ist, so sei hier noch auf die Kali-Glycerinmethode hingewiesen, welche Dauerpräparate durchsichtiger Embryonen liefert. Die mindestens 8 Tage lang in Alkohol gehärteten Embryonen oder einzelne Teile derselben werden in eine 3- bis 5%ige wässrige Lösung von Kalium causticum übertragen. Bei größeren Embryonen entferne man vorher das Gehirn durch die Stirnfontanelle, ebenso die Bauch- und Brusteingeweide. Die Aufhellung dauert je nach der Größe der Embryonen, nach der Dauer der Alkoholhärtung und der Konzentration der Kalilösung ein bis mehrere Tage. Die durchsichtigen Embryonen, in denen nur die verknocherten Teile deutlich sind, werden dann in Glycerin mit Formolzusatz (Wasser 100, Glycerin 30, Formol 2 Teile) konserviert. SPALTEHOLZ (1911) hat auch eine physikalische Methode zur Aufhellung makroskopischer Präparate ausgearbeitet. Für erwachsene menschliche entkalkte Knochen wird die größte Durchsichtigkeit bei einer Mischung von 5 Teilen Wintergrünöl und 3 Teilen Benzylbenzoat oder von 3 Teilen Wintergrünöl und 1 Teil Isosafrol erreicht. Für größere menschliche Embryonen wird zwischen Wintergrünöl und Benzylbenzoat das Gewichtsverhältnis 2:1, für jüngere 3:1, für die jüngsten



5:1 verwendet; bei Gebrauch von Isosafrol anstatt Benzylbenzoat lauten die entsprechenden Zahlen 18:5, 27:5 und 9:1.

Um eingetrocknete Weichteile, besonders die Haut mumifizierter Leichen, wieder schwellen zu machen und ein lebenswahres Aussehen dieser Teile zu erreichen, werden sie mit einer 1- bis 3%igen Lösung von Kalium causticum behandelt. Die Lösung muß öfters gewechselt und darf nur für Stunden (je nach der Größe des Objekts) angewandt werden. Die aufgeweichten Teile kommen dann noch kurze Zeit in Wasser und zur Konservierung in 3%ige Formollösung. Gute Resultate werden auch mit stark verdünnten Lösungen von Essigsäure, die den Knochen nicht angreifen, erreicht.

Für weitere Methoden, besonders zur mikroskopischen Verarbeitung einzelner konservierter Organe, sei auf die einschlägigen Lehrbücher der Anatomie verwiesen, insbesondere auf ROMEIS (1948), Mikroskopische Technik (15. Auflage).

### b) Skelett

Ist die Konservierung ganzer Leichen unmöglich und handelt es sich darum, wenigstens das Skelett zu erhalten, so verfertigt man entweder Rohskelette, die später weiterbehandelt werden müssen, oder man mazeriert an Ort und Stelle. Die Herstellung von Rohskeletten besteht einfach darin, daß man sämtliche Weichteile mit grobem Messer von den Knochen entfernt. Bei kleineren Primaten kann das Skelett dabei in seinem organischen Zusammenhang bleiben, nur für Anthropomorphen und den Menschen empfiehlt sich eine Trennung des Kopfes und der Extremitäten vom Rumpf, die naturgemäß in den Gelenken vorzunehmen ist. Das Gehirn, wenn nicht mehr zu konservieren, sollte durch Draht im Schädel zerstört und, wenn möglich, mittels Wasser herausgespült werden. Alle Rohskelette müssen mit Arsenikseife bestrichen werden.

Um die Knochen ganz von ihren Weichteilen zu befreien und sie zur Bearbeitung zugänglich zu machen, bedarf es aber der Mazeration. Diese ist auf verschiedene Weise möglich. Am einfachsten ist es, die oberflächlich von den Weichteilen befreiten einzelnen Knochen in mit Wasser gefüllten Gefäßen ins Freie zu stellen. Man achte nur darauf, daß das Wasser die eingelegten Teile stets ganz bedeckt. Nach einiger Zeit kann man die noch anhaftenden Weichteile durch Reiben oder leichtes Schaben entfernen. Durch vorheriges Kochen wird der Prozeß beschleunigt. Zum Bleichen werden die Knochen dann in den Schatten gelegt und öfters mit Wasser übergossen, wobei man dafür zu sorgen hat, daß sie nicht von Tieren verschleppt werden können. Fett, das sich noch in den Knochen befindet, kann durch Anstreichen mit weißem Ton extrahiert werden.

Ein rascheres Verfahren besteht darin, die Knochen in, wenn möglich, destilliertem Wasser mit einer Temperatur von 37–50° C auf einem Ofen zu halten. Das verdunstete Wasser muß stets wieder ersetzt werden. Nach wenigen (6–7) Tagen pflegt die Mazeration beendet zu sein; man schüttet jetzt das Wasser weg und kocht die Knochen in einer heißen Sodalauge (annähernd 1 Teil Soda auf 10 Teile Wasser) oder in Pottasche einige Minuten lang. Größere Knochen kann man noch länger in der heißen Lauge stehen lassen. Während des Kochens muß man die Knochen umrühren und von Zeit zu Zeit abtropfen lassen, um sie wieder in die Flüssigkeit zu legen. Bei Knochen junger Tiere oder bei kleinen Knochen unterlasse man das Kochen; die Verseifung des Fettes vollzieht sich auch dann, wenn man die Knochen einige Zeit bei Zimmertemperatur in der Lauge stehen läßt. In anatomischen Anstalten wird die Extraktion des Fettes mit Benzino-fen vorgenommen. Schließlich werden die Knochen noch mit warmem Wasser mehrmals gereinigt, mit Pinzette und Bürste von den letzten eventuell noch anhaftenden Weichteilen befreit und hierauf gut getrocknet. Ein Bleichen ist bei dieser Behandlung unnötig.

Vielfach wird auch die Verwendung einer 5%igen auf rund 60° C erwärmten Kalilauge (Kalium hydricum) empfohlen, in welcher die Knochen je nach Größe 15 Minuten bis eine Stunde verbleiben sollen. Hierauf sind sie in warmem und später in fließendem Wasser zu reinigen und schließlich zu trocknen. Besonders Skeletteile von in Alkohol oder Chromsäure gehärteten Präparaten sind auf diese Weise noch zu mazerieren. Durch



zu lange dauernde Anwendung von Ätzkalk werden die Knochen aber zerstört. Das Bleichen dunkler Knochen geschieht am besten durch Einlegen in Wasserstoffsuperoxyd.

Zur Befreiung graziler Knochen von Fleisch hat es sich bewährt, das betreffende Stück in ein Aquarium mit Kaulquappen einzuhängen oder einzulegen. Die Tiere fressen dann den Knochen unbeschädigt sauber.

Bei der Mazeration von Leichen soll stets Geschlecht, Alter, Herkunft und, wenn möglich, auch Beruf genau notiert werden. Jede Leiche erhält eine Nummer, die auf Blech- oder Bleiplättchen gestanzt oder auf Pergamentstückchen geschrieben, an allen Teilen anzubringen ist, die getrennt der Mazeration unterworfen werden. Die Hand- und Fußknochen müssen rechts und links getrennt, unter Umständen sogar nach Strahlen geordnet, in Tuchsäcken eingebunden werden, um ein späteres Verwechseln der einzelnen Teile zu vermeiden.

Die Behandlung von M u m i e n ist relativ einfach. Die Weichteile sind gewöhnlich vollständig eingetrocknet und lassen sich leicht abtragen. Zu langes Einweichen im Wasser macht aber die Knochen, besonders die Schädel, die im Wüstensand ganz ausgetrocknet sind, leicht rissig. Viele ägyptische Mumien sind mit Asphalt behandelt, den man durch leichtes Erwärmen oder mittels Äther, Benzol oder Petroleumäther lösen kann.

**Sammeln von Skeletten.** Das osteologische Material, das den Hauptbestandteil der anthropologischen Sammlungen ausmacht, braucht aber gewöhnlich nicht erst durch Mazeration gewonnen zu werden, sondern liegt schon als solches vor. Gelegenheit zum Sammeln von ganzen Skeletten oder Skeletteilen bietet sich besonders in Gräberfeldern (Friedhöfen), in einzelnen bei Straßen-, Bahn-, Kanal- und Hausbauten zufällig freigelegten Gräbern, in Grabhügeln oder Grabkammern (Katakomben), in sogenannten Beinhäusern (Ossuarien), auf Schlachtfeldern, in Ruinenstädten, verlassenen Minen, in Felshöhlen, Felsspalten und unter überhängenden Felsen, im Geäste von Bäumen, im Busch und Wüstensand sowie in Stranddünen.

Als Regel gilt, so viel Material als möglich zu sammeln, denn je mehr Objekte einer Untersuchung zugrunde liegen, um so wertvoller sind die Resultate. Nur wenn unüberwindliche Transporthindernisse vorliegen, schreite man zu einer Auslese, für die aber einzig der Erhaltungszustand maßgebend sein darf. Von Schädeln sammle man vor allem solche erwachsener Individuen und bemühe sich stets, auch den Unterkiefer und möglichst alle Zähne zu erhalten. Sind die letzteren herausgefallen, so befestige man sie sofort mit flüssigem Leim oder Zaponlack in den Alveolen. Wo sich durch Erfragen bei der einheimischen Bevölkerung irgendwelche zuverlässige Angaben über das Geschlecht oder das Alter einzelner Skelette oder Schädel gewinnen lassen, versäume man nicht, diese zu notieren. Nach Geschlecht und Alter genau bestimmte Skelette von verschiedenen menschlichen Gruppen benötigt die Anthropologie auch heute noch dringend. Bestehen Zweifel über die Zugehörigkeit eines Unterkiefers zu einem Schädel, so wird man die Entscheidung nach folgenden Momenten treffen: Parallele Alterserscheinungen beider Teile, Zusammenschluß der Zahnreihen oder einzelner Zähne, Zahnabschleifungen, Formübereinstimmung von Pfanne und Gelenkkopf, etwaige Asymmetrien, gleiche Textur, Erhaltung und Färbung der Knochen, ferner Beschaffenheit (Form, Größe, Farbe, Abschleifung, Verwitterung) der Zähne.

Hat man Gelegenheit, selbst Skelette auszugraben, so gehe man mit größter Vorsicht zu Werk. Spitze Instrumente wie Pickel usw. sind bei der Ausgrabung zu vermeiden oder nur dann zu verwenden, wenn die sehr feste Oberfläche oder größere Steine sie unentbehrlich machen. Im übrigen benütze man nur eine Grabschaufel, eine kleine Hacke, eine Maurerkelle, einen stumpfen Spaten, einen zugespitzten Holzstock und eine steife Bürste. Sobald Teile des Skeletts sichtbar werden, arbeite man nur noch mit den drei letztgenannten Instrumenten.

Man beachte und notiere die Bestattungsform, die Tiefe der Gräber, die Lagerung der Leichen als Ganzes wie der einzelnen Teile, besonders der Extremitäten (Rückenschläfer, Seitenschläfer, liegende und sitzende Hocker), das Vorkommen von Grabbeigaben und sonstigem Totenbrauch, da sie oft Aufschluß über Alter, Geschlecht und Herkunft

des Skeletts geben können. Handelt es sich um die Gewinnung von Skelettmateriale aus alten Höhlen oder tieferen Erdschichten, so ist die Feststellung der geologischen Schichtung absolut notwendig. Man sistiere daher die Ausgrabung, bis ein mit der Stratigraphie der Gegend vertrauter Geologe die nötigen Untersuchungen vorgenommen hat, und halte die wichtigsten Etappen der Ausgrabung durch photographische Aufnahmen fest. Dabei muß besonders darauf geachtet werden, ob das Skelett sich in ungestörter Schicht befindet, oder ob es nicht erst durch Eingraben in diese hineingeraten ist, also einer jüngeren Periode angehört. Am besten ist es, wenn der Raum es zuläßt, die Grabung von der einen Seite des Skeletts, nicht von oben her vorzunehmen, weil der Arbeitende sonst leicht auf die Knochen tritt und sie zerstört.

Man sammle die einzelnen Knochen methodisch, nach ihrer natürlichen Gliederung, Reihenfolge und Lage. Zu diesem Zweck muß man eine genaue Kenntnis des menschlichen Skeletts besitzen oder sich mit dem Vergleich von guten Abbildungen behelfen. Dazu dienen alle anatomischen Atlanten. Man überzeuge sich stets an Ort und Stelle durch Abzählen, ob man alle Knochen der betreffenden Körperregion vollständig gefunden hat, und notiere evtl. fehlende bzw. zerstörte. Bei jugendlichen Knochen achte man besonders darauf, auch die Epiphysen zu sammeln, vorausgesetzt, daß sie bereits verknöchert sind. Gipsabgüsse von den in situ befindlichen Knochen kann nur der Geübte machen. Man verpacke stets die Knochen von Hand und Fuß rechts und links getrennt in einzelnen Papiertüten. Alle Knochen ein und desselben Skeletts werden irgendwie mit Blei- oder Tintienstift provisorisch bezeichnet und erhalten schließlich eine gemeinsame Papierumhüllung, um sie von denen anderer Skelette zu trennen. Hand- und Fußknochen sammle man im Sinne der Strahlen, die dann einzeln eingewickelt und bezeichnet werden. Hat man keine Zeit, das ganze Skelett zu retten, so nehme man außer dem Schädel (natürlich mit Unterkiefer) mindestens noch das Becken und die langen Extremitätenknochen.

Die Knochen sind vielfach, besonders in Lehm oder in feuchtem Sand, im Kiesboden mit wechselndem Feuchtigkeitsgehalt und in granitischem Terrain aufgeweicht und brüchig. Auch die Humussäure wirkt auflösend auf die Knochensubstanz und bei Moorleichen sind dementsprechend die dunkelbraun gefärbten Knochen biegsam weich; ebenso kann feines Wurzelwerk die dünnen Knochenplatten allmählich vollständig zerstören. In kalkhaltigem Wasser tritt gewöhnlich Fossilisation der Knochen ein. Handelt es sich um solch brüchiges Material, so ist es am besten, die einzelnen Knochen mit dem stumpfen Spaten sorgfältig zu umgraben, oberflächlich zu reinigen und eventuell durch die Luft oder an der Sonne trocknen zu lassen. Noch nicht feste Knochen lassen sich nicht aus der Erde heben, ohne zu zerbrechen. Dann hebe man sie langsam und ohne Teile abzubrechen mit der sie umgebenden Erde heraus, umwickle sie evtl. mit einer angefeuchteten Steifgaze-Binde und besorge die definitive Reinigung erst später nach völligem Austrocknen. Besonders das Herausnehmen des Schädels erfordert die größte Vorsicht, da oft einzelne Teile schon in der Erde abgebrochen oder Sprünge vorhanden sind, so daß der Schädel bei geringer Sorgfalt durch das Gewicht der die Gehirnhöhle füllenden, oft feuchten und daher schweren Erdmasse in Fragmente zerfällt. Man wird natürlich von wichtigeren Gruppen, besonders von ausgestorbenen Rassen (in Alluvionen und Höhlen), auch alle Bruchstücke von Schädeln möglichst sorgfältig sammeln, um sie später wieder zusammensetzen. Die Ränder der Bruchstücke müssen intakt erhalten bleiben, da sonst eine nachträgliche Rekonstruktion des Schädels erschwert, unter Umständen unmöglich ist. In der Erde zerdrückte und durch die aufliegenden Erdmassen allmählich deformierte Schädel sind natürlich nicht mehr in ihre ursprüngliche Form zurückzuführen.

Sind die Knochen so brüchig, daß sie nicht einmal aus der Erde herausgenommen werden können, so kann man sie auch schon in situ (vorausgesetzt, daß sie etwas getrocknet und gereinigt sind) durch Einpinseln mit geschmolzenem Paraffin, Wallrat in kochend heißem Zustand, flüssigem Stearin oder mit Spirituslack provisorisch härten, wodurch sie sich dann leichter herausneh-



men lassen. Niemals ziehe man die Knochen mit Gewalt aus der Erde, da sonst unweigerlich Teile abbrechen werden. Skelette von Leichen, die auf Baumgerüsten oder sonst im Freien ausgesetzt waren, sind meist zerfallen oder von den Atmosphärrillen angegriffen.

Anderweitige Veränderungen, welche die Oberflächen der Knochen, besonders des Schädels, in der Erde erfahren, rühren meist von Wurzeln, Würmern und Nacktschnecken her, die durch allmähliche Substanzaufnahme infolge Auflösung des Kalkes immer tiefer einschneidende Rinnen, gangartige Vertiefungen oder kleine Grübchen erzeugen. Die Farbe der Knochen entspricht derjenigen ihrer Lagerstätte. Schädel aus schweizerischen Pfahlbauten haben z. B. gewöhnlich eine tiefbraune Färbung, während eine weißlich-graue Farbe für eine Lagerung in Kiesboden charakteristisch ist. Schädel aus Löß- oder Laterithoden sind gelblich und rötlich, doch muß auch an die Möglichkeit künstlicher, absichtlicher Färbung sowie an eine sekundäre Färbung durch beigegebenen roten und gelben Ocker gedacht werden.

Bei fossilen Knochen, die unter Umständen in größerer Zerstreuung in Alluvionen oder durch Tiere verschleppt gefunden werden können, hat man die Zugehörigkeit auch nach dem Grad bzw. der Gleichartigkeit der Fossilisation beurteilt. Um überhaupt das Alter von Knochenfunden zu bestimmen, wurde vorgeschlagen, die chemische Zusammensetzung derselben vor allem mit der *Fluormethode* zu untersuchen. Die Fluormethode beruht darauf, daß im Grundwasser Spuren von Fluor enthalten sind, die sich mit dem Calcium des Knochens zu Fluorapatit verbinden. Je länger die Knochen im fluorhaltigen Wasser liegen, um so reicher sind sie an Fluor.

Der Fluorgehalt beträgt etwa bei Säugetierknochen aus dem Altpleistocän von Piltdown 1,9 bis 3,1 %, aus dem Mittelpleistocän von Swanscombe 1,7 bis 2,8 %, dagegen für den Menschenschädel von Piltdown 0,1 bis 0,4 %; der Schädel muß demnach als jung beurteilt werden. Dies ist auch die Methode, nach der die Zusammensetzung des Piltdown-Fundes als Fälschung festgestellt wurde. Im Verhältnis zur Phosphorsäure enthalten tertiäre Knochen 0,64, diluviale 0,35 und rezente Knochen 0,05 bis 0,06 Teile Fluor. Die Knochen von Krapina ergaben ein Verhältnis von 0,23. Diese Verhältniszahlen werden berechnet, indem man das Verhältnis des Fluor zur Phosphorsäure mit 0,0892 (= Verhältnis des Fluor zur Phosphorsäure im Apatit) dividiert. Auf die Metamorphose hat aber nicht nur die Länge der Zeit Einfluß, sondern auch die physikalisch-chemische Beschaffenheit der Lagerstätte, der Wassergehalt, die Art und Zusammensetzung des Wassers selbst, die Temperatur und der Druck der überliegenden Schicht, so daß die chemische Analyse nicht immer entscheidend sein wird. Ein *bestimmtes* Urteil über die Zeitdauer der Inhumierung aus dem Zustand der Knochen zu geben ist also unmöglich, da sich die genannten Faktoren in mannigfacher Weise kombinieren und an zeitlich gleichlang bestatteten Knochen eine sehr verschieden starke Wirkung hervorbringen können. Zu einer näherungsweisen Bestimmung ist die Methode jedoch brauchbar.

Auch die *Radiokohlenstoffmethode* hat sich neuerdings als brauchbar erwiesen. In der hohen Atmosphäre wird Stickstoff durch kosmische Neutronenstrahlen in das radioaktive Kohlenstoffisotop  $C^{14}$  umgewandelt, das als  $\beta$ -Strahler mit einer Halbwertszeit von  $5720 \pm 47$  Jahren zerfällt in  $N^{14}$ . Im atmosphärischen  $CO_2$  besteht das Verhältnis  $C^{14} : C^{12} = 10^{-12}$ . Dasselbe Verhältnis muß auch in den heutigen Pflanzen und Tieren vorliegen. Geraten die Lebewesen nach ihrem Tod in ausreichende Tiefe (ca. 1 m genügt zur Abschirmung der Neutronen), so muß die Aktivität des  $C^{14}$  abklingen. Daher läßt sich durch Aktivitätsbestimmung des  $C^{14}$  die Zeit seit dem Ausscheiden des Organismus aus dem Lebenskreis bzw. seiner Bestattung unter der Oberfläche abschätzen. Die Empfindlichkeit der Methode kann durch Anreicherung des  $C^{14}$  nach dem Trennrohrverfahren noch gesteigert werden. Ihre Ergebnisse



stimmen, soweit bisher kontrolliert, erstaunlich gut mit der Wirklichkeit überein (vgl. LANDOLT-BÖRNSTEIN).

Das Verpacken von Schädeln und ganzen Skeletten geschieht am besten in Papier, Holzwolle, Laub, Heu, Stroh, Sägespänen, Sägemehl und dergleichen. Am sichersten ist es, jeden Schädel einzeln in Papier einzupacken und dieses evtl. zu verkleistern. Auch zusammengehörige Knochen sollen stets von einer gemeinsamen Papierhülle umgeben sein, damit abfallende Teile sich nicht in dem Packmaterial verlieren. Es lassen sich leicht 25—50 Schädel zusammen in eine Kiste verpacken, wenn nur die Zwischenräume gut ausgestopft sind. Um das Ausfallen der Zähne zu verhindern, kann man auch über diese und die Alveolarpartien der Kiefer ein Stück Papier (am besten Japanpapier) mit Kleister befestigen.

Die vollständige, in aller Ruhe im Laboratorium vorzunehmende Reinigung der gesammelten Skeletteile erfolgt am besten mit weichen und härteren Bürsten; Wasserbehandlung vertragen nur ganz feste Objekte. In die Schädelhöhle eingedrungene Erde, Wurzelwerk usw. entfernt man mit kleinen Haken durch das Hinterhauptsloch.

Zur definitiven Härtung brüchiger Skeletteile ist bisher am gebräuchlichsten eine sehr dünne, auf dem Wasserbad erhitzte Leimlösung, in der etwas Schlemmkreide aufgeführt wird. Man legt die Knochenstücke in die Lösung, bis sie untersinken, nimmt sie dann heraus und trocknet sie rasch und vollständig. Bei dickeren Stücken ist es vorteilhaft, dieselbe Prozedur nochmals in einer etwas stärkeren Leim- und Kreidelösung zu wiederholen. Um evtl. anhaftende dickere Leimmassen zu entfernen, taucht man die Stücke in heißes Wasser und bürstet sie rasch ab. Schließlich kann man sie auch kalt mit einer etwas verdünnten Wasserglaslösung durchtränken. Andere Härtungsmittel sind: Eine Leinöl-Benzin-Mischung, Dammarharz, dünne Lösung von Dammarlack in Xylol, Spirituslack (Lösung von Schellack in Alkohol) oder Zaponlack, in welche die Knochen einige Zeit eingetaucht werden. Nach der Behandlung der Knochen mit der Lösung läßt man sie auf Fließpapier abtropfen und trocknen. Mit Zaponlack behandelte Knochen haben den Vorteil, nicht stark zu glänzen und nicht zu kleben; bei dünnen Knochen genügt sogar schon ein Bepinseln mit der Lösung. Ein empfehlenswertes Rezept zur Herstellung von Zaponlack oder Tauchlack ist: Amylacetat 70, Benzol 70, Aceton 35, Zelluloid zwischen 5 und 15 g; man benutzt dabei einfache Zelluloidabfälle (alte Filme), die fast überall zu haben sind, und verwendet die Lösung nicht zu dickflüssig (Zelluloid 100 g, Aceton 800 ccm, Amylacetat 100 ccm). Zaponlack wird von MOLLISON (1936) auch zur Durchtränkung von Knochen verwendet; dabei werden die Knochen mit der Lacklösung in ein geeignetes Gefäß gebracht, aus dem mit der Wasserstrahlpumpe die Luft abgesaugt wird (meist  $\frac{1}{4}$  Stunde lang genügend), durch Wiederrzutritt des Luftdruckes wird die Lösung auch in die tiefsten Teile des Knochens hineingepreßt. Im übrigen dient Zaponlack neben Fischleim (Syndetikon) und der unten erwähnten Papiermaché-Paste auch als vorzügliches Klebemittel beim Zusammensetzen zerbrochener Knochen. Auch gewöhnlichen Leim kann man dafür verwenden, doch hüte man sich vor Schellack. Unrichtig zusammengeklebte Knochenstücke lassen sich wieder trennen, indem man (bei Leimung) so lange feuchte Tuchstreifen auf die Bruchränder legt, bis die Klebmasse aufgeweicht ist; zum Aufweichen von Zaponlack wird Aceton oder Amylacetat verwendet (Verbringung des Objekts in ein geschlossenes Gefäß, auf dessen Boden etwas Aceton oder Amylacetat gegossen wird).

Fehlen einzelne Teile eines zerbrochenen Knochens, z. B. des Schädeldaches, so können sie in Fällen, wo dies notwendig ist, mittels Gips, dem man etwas Leim beimischt, ergänzt werden. Man modelliere die entsprechende Partie auf Grund der Anhaltspunkte, welche die noch erhaltenen, benachbarten Teile liefern. Kleinere Defekte lassen sich auch mit einer steifen Papiermaché-Paste (Papierbrei mit Leim oder konzentrierter Gummi-arabicum-Lösung und kleinem Zusatz von Ocker) oder mit einer Mischung von Leim und Tonerde (in die heiße Leimlösung gerührt) ergänzen. Größere Öffnungen im Schädel schließt man am besten durch Überkleben mit Japanpapier. Zum provisorischen Zusammensetzen zerbrochener Skeletteile eignet sich auch Wachs oder Plastilin, das jedoch nie fest wird und daher sekundären Formveränderungen ausgesetzt ist.

Jeder fertig mazerierte Knochen muß sofort bezeichnet werden. Für Sammlungsobjekte gelten hier besondere, lokal verschiedene Vorschriften. Vorteilhaft ist jedenfalls, alle Knochen desselben Skeletts mit gleicher Nummer zu

versehen, um die Zugehörigkeit stets feststellen zu können. Bei Rippen-, Hand- und Fußknochen füge man ein R oder L zur Bezeichnung der Körperseite bei. Die Nummern sollen stets an denselben Stellen angebracht werden. Am Schädel wähle man das linke Parietale, in der Ecke zwischen Koronal- und Sagittalnaht, am Unterkiefer die Außenfläche des linken aufsteigenden Astes. Um die Aufschrift haltbar zu machen, muß man die zu beschreibende Stelle zuerst mit Chloroform-Kanadabalsam dünn überstreichen und einige Minuten trocknen lassen. Der Knochen selbst muß ganz trocken sein. Hierauf beschreibt man die Stelle mit Tusche, läßt auch die Schrift trocknen und überstreicht sie mit Zaponlack. Hat man letzteren nicht zur Hand, so genügt auch ein Befeuchten (nicht Überstreichen) mit Kollodium und nach dem Trocknen ein möglichst dünner Auftrag von Dammarlack.

**Montierung und Aufstellung.** Wo irgendwie größeres Material vorhanden ist, wird man prinzipiell trennen zwischen einer Schau- und Arbeitssammlung. Die erstere dient zu Demonstrationszwecken bei Vorlesungen und Vorträgen und zur Belehrung des Publikums, die letztere dagegen ausschließlich der Forschung und wissenschaftlichen Arbeit.

In der **Demonstrationssammlung** müssen die Objekte in ihrer natürlichen Lagerung im Raum aufgestellt werden, vorausgesetzt, daß nicht spezielle Zwecke, z. B. die Demonstration gewisser Bildungen an der Schädelbasis, dies unmöglich machen. Es gibt zu diesem Zweck verschiedene, mehr oder weniger praktische Schädelstative oder andere Haltevorrichtungen (vgl. im Abschnitt somatische Anthropologie). Die Montierung ganzer Skelette sollte möglichst beschränkt werden, da die Knochen zusammengesetzter Skelette für genaue wissenschaftliche Untersuchungen nicht verwendbar sind. Sie ist daher nur gerechtfertigt, wenn es sich um die Demonstration verschiedener Körpergrößen und Proportionen, um die Form des Brustkorbs, der Wirbelsäule und ähnliche Demonstrationszwecke handelt. In der Regel sind die Knochen einer Schausammlung einzeln zu montieren, und zwar auf Drähten oder in kleinen Klammern, so daß sie jederzeit leicht abgenommen werden können. Hand- und Fußknochen sind nur durch eine feste Klebmasse in situ zu bringen. Wo man Drahtbindung anwenden muß, beschränke man sich auf die Anlage möglichst weniger Bohrlöcher. Will man dieselben Knochen in verschiedener gegenseitiger Stellung demonstrieren, so benütze man dazu Abgüsse aus Gips oder Papiermaché.

Wertvolle Objekte sollten überhaupt nicht in die Schausammlung aufgenommen werden; dafür genügen genaue Gipsabgüsse, die ja so bemalt werden können, daß sie von Originalen kaum zu unterscheiden sind. Weichteile in feuchtem Zustand werden wie in anatomischen Sammlungen am geeignetsten in Gläsern mit planen Wänden demonstriert.

In der **Arbeitssammlung** werden, um Raum zu sparen, einzelne Schädel am besten in festen, schwarz überzogenen Kartonschachteln von 23 cm Länge, 16 cm Breite und einem 4 cm hohen Rand aufbewahrt, weil auf diese Weise abgebrochene Teile und ausfallende Zähne nicht verlorengehen können. Auch schwarz lackierte Blechschalen von 15,5 cm Breite und 20 cm Länge sind verwendbar, in welchen sich ein schmales Holzklötzchen mit Vertiefung als Unterlage für das Hinterhaupt befindet. Ganze oder defekte Skelette sowie isolierte Knochen bringe man in niederen Schubladen mit bestimmter Flächeneinteilung oder billiger in dünnen Holzkisten ohne Deckel, die man übereinanderstellt, unter. Übersichtlicher, aber auch etwas teurer, sind Kistchen, deren eine Kopfseite aus einer einschiebbaren Glasplatte besteht. Ein Außenmaß von 50 cm Länge, 30 cm Breite und 20 cm Höhe gestattet die Aufnahme eines ganzen Skeletts samt Schädel. Es ist zweckmäßig, die Kartons oder Kistchen zu beschriften oder mit Etikettenhaltern zum Einschieben von Schildchen zu versehen.

### 3. Weitere Methoden

Weitere Methoden, von denen die Anthropologie bei morphologischen, physiologischen oder psychologischen Untersuchungen Gebrauch macht und mit denen sie ihr Material zu solchen Untersuchungen gewinnt, sind in den entsprechenden Abschnitten des vorliegenden Lehrbuchs wiedergegeben.



## B. Methoden der Messung und Beschreibung

### 1. Allgemeine Gesichtspunkte

Hier sind vorweg einige allgemeine Gesichtspunkte im Zusammenhang darzustellen, die in allen Fällen bei der Vornahme anthropologischer Erhebungen beobachtet werden müssen, ohne Rücksicht darauf, welchem Teilgebiet der Anthropologie die betreffenden Beobachtungen dienen.

**Art der Maße.** Die Anthropologie unterscheidet auf ihrem morphologischen, physiologischen und psychologischen Sektor quantitative und qualitative Merkmale. Genauere Einzelheiten dazu sind jeweils bei den betreffenden Abschnitten des vorliegenden Lehrbuchs sowie dann auch bei Besprechung der statistischen Methoden gegeben.

**Auswahl der Maße:** Die Methodik der Anthropologie entspricht den Methoden der grundlegenden Naturwissenschaften vom Menschen, speziell der Anatomie, der Physiologie und der Psychologie. Sie unterscheidet sich von ihnen nur insofern, als die vergleichende Messung, vor allem gegenüber einer einfachen Beschreibung, mehr in den Vordergrund tritt. Dies hat seinen Grund darin, daß die Anthropologie meist sehr feine Unterschiede erfaßt, die festzustellen und exakt zu beschreiben weder unser Auge noch unser Sprachschatz ausreichen. Die durch Messung gewonnenen absoluten und relativen Maßzahlen bilden also einen Ersatz für mangelnde sprachliche Ausdrücke, sie sind eine kurzgefaßte Charakteristik bestimmter Konstitutionsverhältnisse und außerdem genauer als einfache Beschreibungen, in denen das subjektive Moment stets eine große Rolle spielt.

So wichtig die Messung als solche für die Anthropologie ist, so zwecklos ist es, blindlings darauf loszumessen, eine Unsumme von Messungen auszuführen und ebenso viele Zahlenwerte anzusammeln, die nicht imstande sind, irgendwelche sinnvollen Vorstellungen zu vermitteln.

Für die Aufnahme und Ausführung irgend eines Maßes kommen mehrere Gesichtspunkte in Betracht.

Jedes Maß hat einer bestimmten Fragestellung zu genügen und muß für sich allein oder in Beziehung zu anderen Maßen ein wichtiges konstitutionelles Merkmal oder Verhältnis möglichst genau zum Ausdruck bringen. Handelt es sich darum, die Unterschiede zwischen einzelnen menschlichen Gruppen gegenüber anderen Gruppen der Primaten festzustellen, so wird man die charakteristischsten Merkmale der zu vergleichenden Formen durch Messung festzulegen haben.

Für jedes Maß muß innerhalb einer relativ einheitlichen Gruppe auch die Korrelation zu anderen Gegebenheiten beachtet werden; Variationen des einen Maßes entsprechen oft bestimmten Variationen anderer. Je enger diese Korrelationen, desto genauer erkennen wir die Variationen innerhalb einer Gruppe, um so größer ist der klassifikatorische Wert des betreffenden Maßes. Für die individuelle Konstitutionslehre gilt schließlich, daß alle Teile eines Organismus in einem gegenseitigen Abhängigkeitsverhältnis stehen; das Individuum ist ein Unteilbares (individuum = unteilbar).

Brauchbare Resultate ergeben nur solche Messungen, die nach fachmännischer Anleitung und Übung von verschiedenen Beobachtern auf Grund einer genau reproduzierbaren Technik absolut gleich ausgeführt werden, so daß der mögliche individuelle Faktor außer Betracht gelassen werden kann.



Alle Messungen an Lebenden haben sich auf das praktisch Erreichbare zu beschränken; Untersuchungen, die Anstoß erregen, sind zu vermeiden. Aus praktischen Gründen ist es auch wichtig, nur solche Maße einzuführen, deren Abnahme nicht zu viel Zeit in Anspruch nimmt, da für die Lösung der meisten anthropologischen Fragen Massenuntersuchungen notwendig sind.

**Technische Verschiedenheiten.** In den den einzelnen Abschnitten dieses Buches vorangestellten technischen Anleitungen sind jeweils die Maße aufgezählt und beschrieben, die für den behandelten Abschnitt die Hauptrolle spielen und die dann größtenteils in dem betreffenden Kapitel auch behandelt werden. Die Beschreibung der Meßtechnik erscheint vielleicht etwas breit, aber die Erfahrung hat gelehrt, daß man möglichst wenig der persönlichen Initiative und Auslegung überlassen darf, wenn ein genaues und gleichförmiges Arbeiten erreicht werden soll. Wo, wie in der Anthropologie, infolge mangelhafter Schulung und grober Empirie noch so unklare Vorstellungen und so viele Mißverständnisse bestehen, kann nur von einer gründlichen Behandlung des Stoffes eine Besserung erwartet werden. Dazu kommt, daß auch heute noch leider große Verschiedenheiten in der Technik vorhanden sind, die bei vergleichenden Studien unbedingt berücksichtigt werden müssen. Es mußten daher bei vielen Maßen auch früher gebräuchliche Varianten angegeben werden, die z. T. veraltet sind, aber bei wertvollen Untersuchungen Anwendung gefunden haben.

Um die Technik möglichst übersichtlich zu gestalten, wurde jedes Maß mit einer Nummer versehen. Sich sehr nahestehende Maße sowie solche von sekundärer Bedeutung erhielten eine kleine Ordnungszahl angefügt, während reine Varianten durch angehängte Buchstaben charakterisiert wurden. Wenn dabei nun im nachfolgenden die Reihenfolge nicht mehr für die ganze Numerierung vollständig ist, dann rührt das daher, daß seit der 1. Auflage des Lehrbuches verschiedene Maße inzwischen weggelassen werden konnten, die nicht oder kaum mehr im Brauch sind. In künftigen Publikationen wird eine ausführliche Beschreibung der Technik nicht mehr notwendig sein, da eine Aufzählung der Nummern genügt, um den Leser über die gewählten Maße zu orientieren. Vollständig neue Meßmethoden können an geeigneter Stelle durch Anbringung neuer Ordnungszahlen zu den bereits vorhandenen Ziffern hinzugefügt werden.

Die aufgestellten und empfohlenen Maße sollen jedoch kein starres, unänderliches Meßschema darstellen; die gegebene Zusammenstellung enthält eben nur an erster Stelle diejenigen Maße, die sich bisher aus verschiedenen Gründen als die geeignetsten zur Charakterisierung gewisser menschlicher Formverhältnisse erwiesen haben. Es liegt im Interesse der Wissenschaft, daß diese Maße möglichst allgemein angenommen und technisch in genau gleicher Weise durchgeführt werden, damit die Resultate der einzelnen Untersucher vergleichbar werden; gerade in der Anthropologie kommt es oft mehr auf eine vergleichsweise (relative) Betrachtungsweise an als darauf, irgend eine Eigentümlichkeit von vornherein (absolut genommen) bis in ihre letzten Feinheiten hinein zu analysieren. Darüber hinaus wird freilich jede Untersuchung besondere Anforderungen stellen, hinsichtlich derer dem einzelnen Bearbeiter größte Freiheit gelassen werden muß. Nur die Forderung ist allerdings aufzustellen, daß jedes neueingeführte Maß in seinem *modus procedendi* genau beschrieben und nach der Seite seiner Notwendigkeit und Brauchbarkeit hin begründet werde.

Die Reihenfolge der Maße in der technischen Anleitung entspricht praktischen Gründen.

Alle Beobachtungen werden in sogenannte *Beobachtungsblätter* eingetragen. Die früher gebräuchliche Methode, Massentabellen anzulegen, d. h.

die Maße von mehreren Individuen in die vorgezeichneten Rubriken eines einzelnen Blattes einzutragen, hat sich nicht bewährt; sie ist höchstens für Spezialuntersuchungen, die nur weniger Maße bedürfen, zu empfehlen. Bei allen größeren Erhebungen benütze man Individualbeobachtungsblätter, die also stets nur die Aufnahme eines Individuums enthalten. Die Verwendung solcher Einzelblätter ist deshalb vorteilhaft, weil sie zum Zweck des späteren Studiums und der rechnerischen Verarbeitung nach den verschiedensten Gesichtspunkten wie Alter, Geschlecht, soziale Stellung usw. gruppiert werden können (eventuell nach dem HOLLERITH-System). Dieser praktische Grund erfordert auch eine bestimmte Anordnung. Zunächst ist die metrische von der deskriptiven Aufnahme getrennt zu behandeln. Ferner sollten alle Maßzahlen an die oberen und unteren Ränder des Beobachtungsblattes zu stehen kommen, um die späteren Berechnungen zu erleichtern. Zu diesem Zweck werden alle Beobachtungsblätter derart übereinander gelegt, daß nur noch die Maßzahlenreihen frei bleiben, wodurch dann die gleichen Maße sämtlicher Individuen in senkrechten Kolonnen untereinander zu stehen kommen. Man achte daher schon beim Einschreiben der Maße darauf, daß die Dezimalen in gleichmäßigen Abständen aufgeschrieben werden, da sonst das Addieren der Zahlenreihen erschwert wird. Ein weiterer Vorteil der Individualbeobachtungsblätter ist die Möglichkeit, nach ihnen die Korrelationen einer Einzelkonstitution jeweils unschwer beurteilen zu können.

Muster solcher Beobachtungsblätter für morphologische Eigentümlichkeiten, die alle nach demselben Prinzip und in gleicher Größe (400 mm : 265 mm) angelegt werden sollten, sind diesem Buch beigegeben. Sie sind so angelegt, daß durch Umänderungen auch Varianten berücksichtigt und außerdem in die leeren Kolonnen weitere Maße eingetragen werden können. Für physiologische und psychologische Eigentümlichkeiten sind, je nach der betreffenden Fragestellung, Erhebungsbogen ebenso zusammenzustellen.

Eine Beschränkung der Messungen ist schon aus praktischen Gründen geboten. Zu viele Maße verdecken oft nur das Wesentliche einer Konstitution. Die Reihenfolge, d. h. die Anordnung der Maße ist zweckmäßigerweise auf den Beobachtungsblättern so zu treffen, daß die technisch in einem Zug zu bestimmenden Maße beisammenstehen und im Interesse der Zeitersparnis ein wiederholter Wechsel der Instrumente vermieden wird. Die durch Berechnung zu gewinnenden Maße und die Indices sind durch ein bestimmtes Zeichen kenntlich gemacht. Ob sämtliche auf einem Beobachtungsblatt enthaltenen Maße jeweils bestimmt werden können, hängt meist von äußeren Umständen ab. In vielen Fällen wird man sich mit einer engeren Auswahl begnügen müssen, zu welchem Zweck die allerwichtigsten und notwendigsten Maße von vornherein zweckmäßigerweise durch einen schwarzen Strich kenntlich gemacht werden. Kann die Messung nicht exakt durchgeführt werden oder bestehen Zweifel in die Richtigkeit einer gewonnenen Zahl, so ist sie mit einem Fragezeichen zu versehen, um sie bei der Berechnung eventuell ausschließen zu können. Man vergesse nie, daß der Begriff des Messens den Begriff der Genauigkeit einschließt. Je geringer die absolute Größe eines Maßes, umso gewissenhafter muß die Messung ausgeführt werden. Man lasse sich auch stets genügend Zeit zur Messung, da nur in Ruhe und nicht in ermüdetem Zustand zuverlässige Resultate zu erzielen sind.

Daß nur solche Zahlen wissenschaftlich verwertet werden dürfen, die von geübten und nicht voreingenommenen Beobachtern herrühren, ist selbstverständlich. Um die unbedingt notwendige Übung zu erreichen, kontrolliere man seine Messung wiederholt und zu verschiedenen Zeiten an den gleichen Individuen bzw. Objekten und versuche



seinen persönlichen Fehler kennenzulernen. In jedem Fall sind zur Erlernung der anthropologischen Technik praktische Studien unter fachmännischer Leitung unerlässlich; die Beschreibung der einzelnen Messungen kann das praktische Arbeiten wohl unterstützen, aber niemals ersetzen. Nicht auf die Kenntnis, sondern auf die richtige Handhabung der Methoden und Instrumente kommt es an.

## 2. Methoden der Reproduktion

Die Reproduktion anthropologischer Objekte kann entweder eine rein bildliche oder eine plastische sein; in ersterem Fall handelt es sich um eine flächenhafte, im zweiten um eine körperliche Darstellung. Durch Photographie, zeichnerische Darstellung bzw. Abdruckverfahren und plastische Reproduktion können die durch Messung gewonnenen Ergebnisse ergänzt und erläutert werden. Zahlreiche Eigentümlichkeiten sind aber auch allein diesen Methoden zugänglich, so daß ihnen eine völlig selbständige Bedeutung im Rahmen der allgemeinen Methodik zukommt.

### a) Photographie

Für die Anthropologie ist die photographische Reproduktion zu einem fast unentbehrlichen Hilfsmittel geworden. Die Photographie gibt die Möglichkeit, das Beobachtete wahrheitsgetreu festzuhalten, um es so immer wieder für Forschungs-, Sammlungs- und Lehrzwecke und für Aufgaben in der anthropologischen Praxis (z. B. erbbiologische Gutachten) zur Verfügung zu haben. Die Herstellung wissenschaftlich verwertbarer photographischer Bilder von einzelnen Knochen oder ganzen Skeletten, vom lebenden menschlichen Körper oder von einzelnen Körperteilen, von mimischen und anderen Bewegungsvorgängen usw., ist aber nur möglich unter Berücksichtigung bestimmter Richtlinien, die für die verschiedenen Spezialaufgaben im folgenden geschildert werden.



Abb. 89. Photographische Kamera von hinten mit einem Rahmen, der eine dreiteilige Aufnahme gestattet.  $\frac{1}{18}$  nat. Gr. Aus: R. MARTIN, Anthropometrie 1925. Springer, Berlin.

Die Kamera. Eine photographische Ausrüstung, die sich in der von MARTIN, MOLLISON und PÖCH verbesserten Form für anthropologische Aufnahmen als sehr zweckmäßig erwiesen hat, haben BERTILLON und CHERVIN (1909) angegeben. Sie eignet sich jedoch nur für stationäre Anlagen, da diese Ausrüstung, auch in der modernisierten Form, sehr umfangreich, schwer transportabel und unhandlich ist. Dies gilt neben den Hilfsgeräten vor allem auch für die großen Plattenkameras (Abb. 89). Da heute die Qualität der Kleinbild-Emulsionen dem großformatigen Negativmaterial fast nicht mehr nachsteht, da außerdem der Anthropologe doch eine Kleinbildkamera als Reisekamera benötigt, deren Anwendung vor allem für Massenaufnahmen nicht so kostspielig ist, hat sich seit dem ersten Hinweis SALLER's (1933) die Kleinbildkamera (und besonders die Leica) für anthropologische Zwecke immer mehr durchgesetzt. Es sei jedoch betont, daß für eine vollständige stationäre Anlage die große Atelierrkamera immer noch von Bedeutung sein kann. Da als Kleinbildkamera für wissenschaftliche Zwecke die Leica weit ver-



breitet ist, ist sie auch hier als Beispiel angeführt; entsprechende Geräte guter Ausführung werden aber auch von anderen Firmen, z. B. Zeiss, hergestellt. Spitzenleistungen sind auch mit einfachen Modellen der verschiedenen Firmen zu erzielen, mit den besseren lediglich auf bequemere Weise. Wichtig ist für anthropologische Zwecke der gekuppelte Entfernungsmesser, die Auswechselfassung für Objektive verschiedener Brennweite, die Synchronisation für alle Blitzleuchten und Blitzröhren und entsprechende Verschlusszeiten, welche bei dem Leicamodell M 3 — abgesehen von den beliebig langen Zeitaufnahmen — Belichtungszeiten von  $\frac{1}{1000}$  Sekunde bis zu 1 Sekunde ermöglichen, was z. B. für Aufnahmen von sehr unruhigen Personen (Kinder), aber auch für Reproduktionen und Farbaufnahmen wichtig sein kann.

Eine optische Ausrüstung, die allen Aufgaben in der Anthropologie gewachsen ist, wird man aus mehreren Objektiven zusammenstellen. Es ist ratsam, vor allem ein Objektiv mit 13,5 cm Brennweite (für die Leica z. B. „Hektor“ 1 : 4,5), eines mit 5 cm Brennweite (z. B. „Elmar“ 1 : 3,5) und eines mit 9 cm Brennweite (z. B. „Elmar“ 1 : 4,0) zu beschaffen. Ein Weitwinkelobjektiv  $f = 3,5$  cm wird nur in seltenen Fällen notwendig sein, u. U. zur Aufnahme von Fundstellen (z. B. Höhlen) oder Innenräumen. Diese Ausrüstung kann je nach den verschiedenen Anwendungsgebieten weiter ergänzt werden. Für Aufnahmen auf Plattenformat  $13 \times 18$ , das durch einen Multiplikator 3 oder auch 2 geteilt werden kann, hat MOLLISON das Zeiss-Tessar-Objektiv 1 : 4,5 mit 30 cm Brennweite benützt. Objektive von sehr großer Lichtstärke (z. B. 1 : 2) sind nur bei sehr schlechten Lichtverhältnissen erforderlich, die heute aber meist auch durch die zur Verfügung stehenden Blitzgeräte ausgeglichen werden können.

Einstellgeräte. Eine wertvolle Hilfe für anthropologische Aufnahmen bedeutet das Spiegelreflexgehäuse, das ideale Sucherverhältnisse (aufrechtes, vergrößertes Mattscheibenbild), korrekte Einstellung und Beobachtung bis unmittelbar vor der Aufnahme ermöglicht, was bei Portraitaufnahmen, besonders auch bei Irisaufnahmen von allergrößter Bedeutung ist. In diesem Zusammenhang sei auch darauf hingewiesen, daß neuerdings die „einäugige Spiegelreflexkamera“ weitgehend ausgebaut wird (z. B. Contaflex, Exakta-Varex u. a.) Wichtig für die photographische Ausrüstung ist außerdem ein Gerät zur Auszugsverlängerung, mit dessen Hilfe der von der Objektivbrennweite schon bestimmte Abbildungsmaßstab verändert werden kann. Es ist zweckmäßig, Balgengeräte zu verwenden, die eine Auszugsfähigkeit bis zu 40—50 cm haben und eine Skaleneinteilung an der Gleitschiene zur schnellen Ermittlung der Balgenlänge und damit zur Errechnung des Abbildungsmaßstabs. Ein Balgenauszug, der all diesen Forderungen entspricht, wird von der Firma LEITZ hergestellt. Zur Vergrößerung der Bildweite ist auch statt des Balgenauszuges die Verwendung von Zwischenringen möglich. Sie haben den Nachteil, daß der entsprechende Abbildungsmaßstab von vornherein festliegt und eine Veränderung wegen des An- und Abschraubens der Ringe etwas umständlich ist. Andererseits haben aber die Zwischenringe den Vorteil der wesentlich geringeren Kosten und des minimalen Gewichts und Umfanges, was auf Forschungsreisen von Bedeutung sein kann.

Das Stativ. Zur ständigen Ausrüstung gehört ein stabiles Kamerastativ, dessen Höhe leicht verstellbar ist. Das ist bei Reihenaufnahmen von Personen sehr wichtig, da die optische Achse immer auf die Objektmitte eingestellt werden muß, um Verzeichnungen auf den Abbildungen soweit als möglich zu vermeiden. Aus demselben Grund muß auch die Mattscheibe bzw.

die Filmfläche besonders bei der Aufnahme von Objektiven mit großer Längenausdehnung absolut senkrecht gestellt sein, was durch ein Senkblei leicht kontrolliert werden kann. Selbstverständlich muß das Stativ für eine Atelierkamera wesentlich schwerer gebaut sein als für eine Kleinbildkamera. Ein handliches Stativ für die Kleinbildkamera, das den Anforderungen gewachsen ist und sich

gleichzeitig als Reisestativ recht gut eignet, stellt die Firma LINHOF (München 25, Rupert-Mayer-Str. 45) her. Mit Hilfe eines Kino-Neige-Panoramakopfs, wie ihn die Abbildung zeigt, ist die Einstellung jedes gewünschten Blickwinkels rasch möglich (Abb. 90).

Die Beleuchtung der aufzunehmenden Objekte erfordert besondere Beachtung, da einmal die Konturen einwandfrei dargestellt werden müssen, außerdem aber das Oberflächenrelief gut zum Ausdruck kommen soll. Man vermeide, wenn möglich, Aufnahmen im Freien im direkten Sonnenlicht und besonders bei zu hohem Sonnenstand. Letzterer erzeugt bei ganzen Figuren unter vorspringenden Körperteilen starke Schatten und daher ein falsches Bild der Modellierung und läßt bei Aufnahmen von Personen die Dorsalfläche der Füße gewöhnlich ganz hell erscheinen. Sollten doch solche Außenaufnahmen notwendig sein, so lassen sich mit Hilfe eines Blitzgerätes die Schatten weitgehend beheben. Bei künstlicher Lichtquelle muß das ganze Objekt gleichzeitig von einer Seite beleuchtet sein. Die Lichtquelle darf bei Aufnahmen von Personen nicht zu tief stehen, weil sonst zu starke Schatten über dem Schlüsselbein auftreten, aber auch nicht zu hoch, da sonst die unteren Extremitäten zu dunkel würden. Aufhellen der Schattenseiten durch einen weißen oder einen mit Silberpapier beklebten Karton



Abb. 90. Reisestativ mit Zubehör (Fa. LINHOF). A Stativ, B Kurbel einsatz, C Kugelpanoramakopf, D Kinoneigekopf.

ist sehr vorteilhaft. Die Beleuchtungsart richtet sich weitgehend nach dem Objekt, nähere Einzelheiten hierzu werden deshalb in den einzelnen Abschnitten noch besprochen. Für Aufnahmen im Institutsatelier wird das Bogenlicht (vgl. Abb. 98), das früher immer zur stationären Anlage gehörte, nur noch relativ selten benützt. Für Porträt- und Detailaufnahmen eignen sich sehr gut die Nitraphotlampen mit 500 bzw. 250 Watt (OSRAM). Für Reproduktionszwecke stehen Beleuchtungseinrichtungen mit mehreren 40-Watt-Glühlampen zur Verfügung (Abb. 91).

Über den Anwendungsbereich des Blitzlichtes sind die Autoren geteilter Ansicht. Im Anthropologischen Institut München wird der Röhrenblitz meist nur für Spezialaufnahmen, z. B. Irisaufnahmen (vgl. Abb. 101), benützt, für die er allerdings, vor allem bei Farbaufnahmen, fast unentbehrlich geworden ist. Auch auf Forschungsreisen gehört ein Multiblitzgerät (z. B. MANNESMANN,



BLAUPUNKT, BRAUN u. a.) als leicht transportable, immer einsatzbereite Lichtquelle zur vollständigen Ausrüstung.

Bei Farbaufnahmen verdient die richtige Beleuchtung besondere Beachtung (entsprechend einigen Hinweisen von SCHULTZE). Das Tageslicht ist nicht nur im Tagesablauf, sondern auch in den Jahreszeiten stärkeren Schwankungen unterworfen. Es ist deshalb in vielen Fällen zweckmäßig, einen guten elektrischen Belichtungsmesser, mit dem das Objektiv anvisiert wird, und einen Beleuchtungsmesser, mit dem die auf das Objekt auffallende Strahlung gemessen wird, zu benützen. Zur Zeit hat sich dabei das Gerät „Sixtomat J“ von

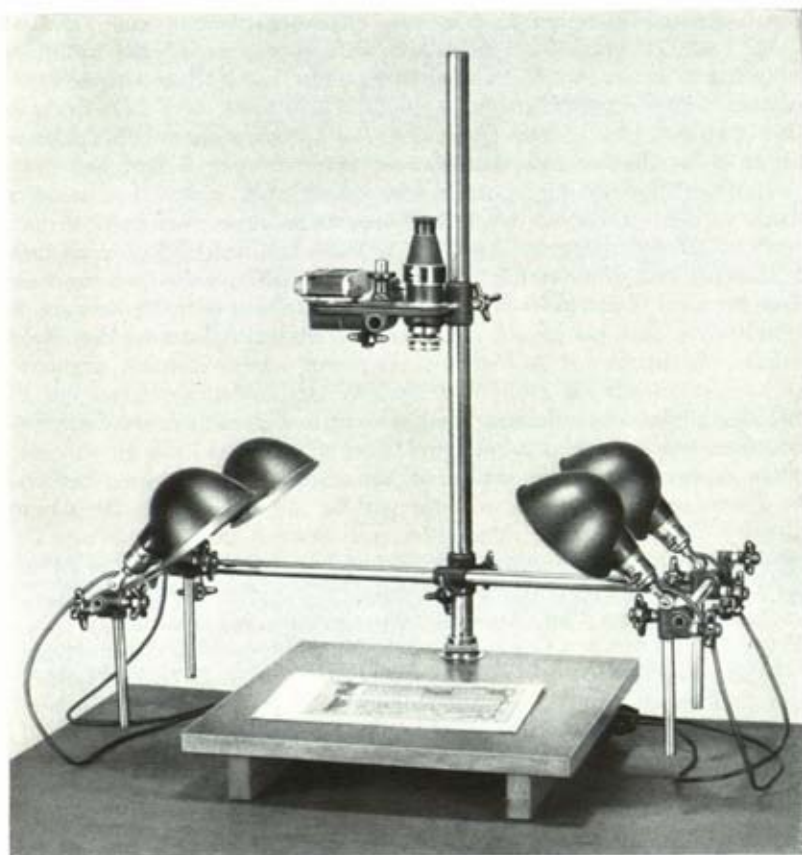


Abb. 91. Großes Reproduktionsgerät (Fa. ZEISS IKON).

GOSSEN (Erlangen) bewährt. Lichtelektrische Zellen müssen vor Dauerbelichtung und Stoß geschützt werden. Die Farbwiedergabe hängt von der auffallenden und reflektierten Strahlung ab. Eine aus der Umgebung reflektierte Strahlung kann die Farbwirkung erheblich beeinflussen. Die Farbwerte werden durch ein neutrales Grau der Umgebung oder durch schwarzen Hintergrund am besten wiedergegeben. Die Schatten sollen nur mit rein weißen Reflektoren aufgehellt werden. Am besten ist ein betontes Vorderlicht, Seitenpartien können durch Seitenlicht oder Reflektoren aufgehellt werden. Farbaufnahmen, besonders von Körperteilen, fallen in diffusem Licht etwas flach aus, was sich beson-



ders bei Überbelichtung bemerkbar macht. Es empfiehlt sich deshalb in solchen Fällen, lieber wenige Prozent zu unterbelichten. Grundsätzlich soll man Mischlicht (kombinierte Verwendung von Strahlen verschiedener Farbtemperatur, die nicht der Farbtemperatur des Filmes entsprechen) vermeiden. Eine Ausnahme kann bei der Anwendung von Blitzröhren gemacht werden, da die jetzigen Blitzröhren noch etwas viel Blau haben; es schadet in diesem Fall eine gleichzeitig brennende Glühlampe, die mehr Rot gibt und die Differenz ausgleicht, nicht. Die Farbtemperatur der Strahler läßt sich leicht mit einem dafür geschaffenen Instrument („Kelvilux“, GOSSEN) feststellen. Als künstliche Lichtquellen eignen sich bei Farbaufnahmen gut Nitraphotlampen oder der Röhrenblitz. Gasentladungsröhren mit betonten Farbeffekten oder Bogenlampen mit Effektkohlen sind nur bedingt brauchbar. Bogenlampen mit Homogenkohle (Weißbrandkohle) werden z. B. für den farbigen Kinofilm verwendet. Ungeeignet sind sogenannte Tageslicht-Glühlampen.

Hilfsgерäte, die zur Herstellung anthropologischer Aufnahmen erforderlich sind, werden in den einzelnen Abschnitten noch besprochen.

Sollen an der Photographie später Messungen ausgeführt werden, so empfiehlt es sich, seitlich in der Einstellungsebene einen Maßstab anzubringen und mit zu photographieren. Auf Reisen kann bei Aufnahmen von Personen das Anthropometer, dessen Skala aber gut beleuchtet sein muß und dessen Schieber man auf 1 m Höhe einstellt, in die Fußplatte gesteckt werden. Bandmaße müssen vorher immer auf ihre Genauigkeit kontrolliert werden. In Instituten oder überhaupt bei Aufnahmen an einem festen Standort benützt man besser einen Maßstab aus Holz. Auf diese Weise können später an der Photographie die Maße oder etwaige Verzeichnungen abgemessen werden. Bei den Abbildungen soll außerdem immer der Objektastand und die Brennweite des Objektivs angegeben werden. Will man Asymmetrien anthropologischer Objekte an der Photographie studieren, so wird vor das aufzunehmende Objekt in entsprechender Entfernung ein Drahtgitter mit einer Maschenweite von 20 cm<sup>2</sup> aufgestellt und mitphotographiert. Besonders bei Reihenaufnahmen ist es, um spätere Verwechslungen zu vermeiden, zweckmäßig, eine kleine Tafel mit einer Nummer, mit Namen, Alter, Aufnahmeort oder dgl., mit aufzunehmen.

Das Negativmaterial besteht für Schwarz-Weiß-Aufnahmen im allgemeinen aus Filmen mittlerer Empfindlichkeit (17/10 DIN). Zu hohe Allgemeinempfindlichkeit geht immer auf Kosten des Auflösungsvermögens und des Kornes. Entsprechend ihrer Empfindlichkeit kann man Kleinbilddfilme einteilen in hart arbeitende (10/10—12/10 DIN), normal arbeitende (15/10—18/10 DIN) und weich arbeitende (20/10—23/10 DIN). Für alle anthropologischen Aufnahmen ist der grobkörnige, hochempfindliche Panfilm (20/10 DIN und mehr) ungeeignet. Die ausgeglichene und reichhaltigste Tonabstufung (Grauwertwiedergabe, Gradation) findet man unter den Negativsorten zwischen 12/10 und 17/10 DIN. Für Kleinbildaufnahmen von Skeletteilen ist meist ein Negativmaterial von 12/10 oder 14/10 geeignet wie z. B. der 14/10 DIN KP Adox oder der 12/10 DIN Perutz-Pergrano-Film, für Aufnahmen großen Formats die 12/10 DIN Perutz-Silbererosinplatte. Farbtönungen werden bei Schwarz-Weiß-Aufnahmen ohne Zweifel am besten durch orthochromatische Emulsionen wiedergegeben.

Farbaufnahmen können mit sogenannten Umkehr- oder Negativfilmen hergestellt werden. Im allgemeinen sind aber aus verschiedenen Gründen die Negativfilme zu empfehlen. Mit dem Umkehrfilm erzielt man zwar sehr kontrastreich gezeichnete Diapositive, die sich zur Projektion gut eignen; der Umkehrfilm gibt aber die Aufnahme nur als Diapositiv wieder, während der Nega-

tivfilm kopierfähig ist auf Farbpapier, auf Dia-Farbfilm und auf Schwarz-Weiß-Papier in beliebiger Zahl. Bei jeder Kopie können durch Kopierfilter Farbstiche ausgeglichen werden, was ja gerade bei anthropologischen Aufnahmen u. U. wichtig ist. Der Agfa-Color-Negativfilm ist für Makro- und Mikroaufnahmen geeignet. Der Kunstlichtfilm Agfacolor-Negativ-Typ K ist auf eine Farbtemperatur von  $3200^{\circ}$  Kelvin des Aufnahmelichts eingestellt (die Nitraphotlampen B und S haben z. B.  $3000$ — $3300^{\circ}$  Kelvin) und der Tageslichtfilm Agfacolor-Negativ-Typ T auf eine Farbtemperatur des mittleren Tageslichts von etwa  $5500^{\circ}$  Kelvin. Da die Blitzgeräte Licht mit sehr hoher Farbtemperatur liefern (Hochspannungsblitz  $6000$ — $7000^{\circ}$  Kelvin), ist bei Aufnahmen mit solchen Lichtquellen der Tageslichtfilm zu verwenden. Das gleiche gilt für Aufnahmen bei Beleuchtung mit Kohlenbogenlicht. Von den Umkehrfilmen ist der Agfacolor-Umkehrfilm zu empfehlen und zwar wiederum der Typ K bei künstlicher Beleuchtung und T bei Tageslichtaufnahmen sowie manchen Blitz-, Fluoreszenz- und Leuchtbildaufnahmen. Sehr gute Farbdias liefert auch der Anscolor-Umkehrfilm, der jedoch nur im Ausland erhältlich ist; demgegenüber gibt der Kodachrom-Umkehrfilm zarte Farbabstufungen nur schlecht wieder.

Für Röntgen-Schirmbildaufnahmen liefert Agfa den speziell auf das gelbgrüne Licht der Röntgendurchleuchtungsschirme abgestimmten Fluorapid-Film, der sich aber auch für bestimmte Mikroaufnahmen in Schwarz-Weiß, z. B. Kapillaraufnahmen, Fluoreszenzaufnahmen der Hautoberfläche, bei entsprechender Lichtquelle sehr gut eignet.

### Spezielle Aufnahmetechnik

**Skeletteile.** Besonders wichtig sind Aufnahmen von Schädeln in den verschiedenen Normen. Um eine Vergleichbarkeit photographischer Schädelaufnahmen zu ermöglichen, müssen bestimmte Richtlinien eingehalten werden.

Vor der Aufnahme muß der Schädel immer in Ohr-Augenebene gebracht werden. Die Einstellung der Kamera erfolgt stets auf eine Ebene, die ungefähr zwischen dem vordersten und hintersten, in der betreffenden Aufstellung sichtbaren Punkt des Objekts gelegen ist. Die optische Achse soll, um Verzeichnungen möglichst zu vermeiden, genau auf die Mitte des Schädels gerichtet sein.

Es ist zweckmäßig, 5 Normen aufzunehmen (vgl. Krianiometrie). Die einzelnen Ansichten des Schädels müssen genau rechtwinkelig aufeinandergerichtet sein. Zu diesem Zweck eignet sich der Kubus-Kraniophor (vgl. kranimetrische Technik), der nur eine einmalige Einstellung des Schädels erfordert. Es braucht nur der Rahmen des Kraniophors stets in gleiche Entfernung vom Objekt gestellt zu werden, um gleichgroße und senkrecht aufeinanderstehende Ansichten zu erhalten. Ein Nachteil dieser Methode ist, daß relativ viele Metallteile des Stativs mit abgebildet werden, die dann, um nicht störend zu wirken, abgedeckt werden müssen. Es soll nicht ganz bis zur Schädelkontur abgedeckt werden, da dadurch die Weichheit der Kontur verlorengehen kann oder bei unrichtigem Abdecken direkt Fehler entstehen können. Sollten die vernickelten Stäbe des Kubus durch ihren Glanz auf der Mattscheibe stören, so bestreiche man sie vorher mit einer 5%igen Kautschuklösung (in Benzin oder Chloroform), der man so viel Kienruß zusetzt, bis eine leicht zerstreubare und deckende matte Farbe erreicht ist. Dieser Anstrich kann später leicht weggewischt werden. Will man diese Schwierigkeiten vermeiden, so kann der Schädel zur Aufnahme der Norma lateralis, frontalis und occipitalis auch auf ein einfaches Stangenstativ montiert werden. Im anthropologischen Institut München wird ein einfaches, von Prässl konstruiertes Stativ (Abb. 92) verwendet. Ein am oberen Ende mit einer Gummikappe (zur Vermeidung von Beschädigungen) versehener Gewindestab wird in das Foramen occipitale eingeführt. Dann wird die an einer Mutter befestigte, als Widerlager dienende kurze Messingstütze in das Hinterhauptsloch eingelegt. Durch Drehen des Gewindestabes wird der Gummikopf an der Innenseite der Schädeldecke und die Messingstütze am Innenrand des Foramen occipitale so angelegt, daß der Schädel in eine stabile Lage kommt. Nun wird der Stab in einen beliebigen Holzfuß gesteckt und der Schädel in die Ohr-Augen-Ebene eingestellt. Erst dann wird die Stütze am Foramen occipitale fest



angeschraubt. Der Unterkiefer wird, gehalten durch ein relativ festes aber noch biegbares Messingband, mit Hilfe einer zweiten Mutter so am Schädel befestigt, daß die Zahnreihen genau aufeinanderpassen, wofür Höcker oder Abschleifungsflächen der Molaren genügend Anhaltspunkte bieten.

Als Haltevorrichtung zur Aufnahme der Norma verticalis und basalis kann der RANKESche Kraniostat benützt werden. Eine weitere Möglichkeit, die Norma verticalis und basalis relativ leicht aufzunehmen, besteht darin, daß der Schädel auf eine Glasplatte gelegt und mit Plastilinstückchen in der entsprechenden Ebene gehalten wird. Die Glasplatte soll, damit die Konturen des Schädels scharf zur Abbildung kommen und keine Schlagschatten entstehen, auf einem entsprechenden Gestell etwa 30 cm über einer — je nach der Farbe des Objektivs — hellen oder dunklen Unterlage ruhen. Die Beleuchtung

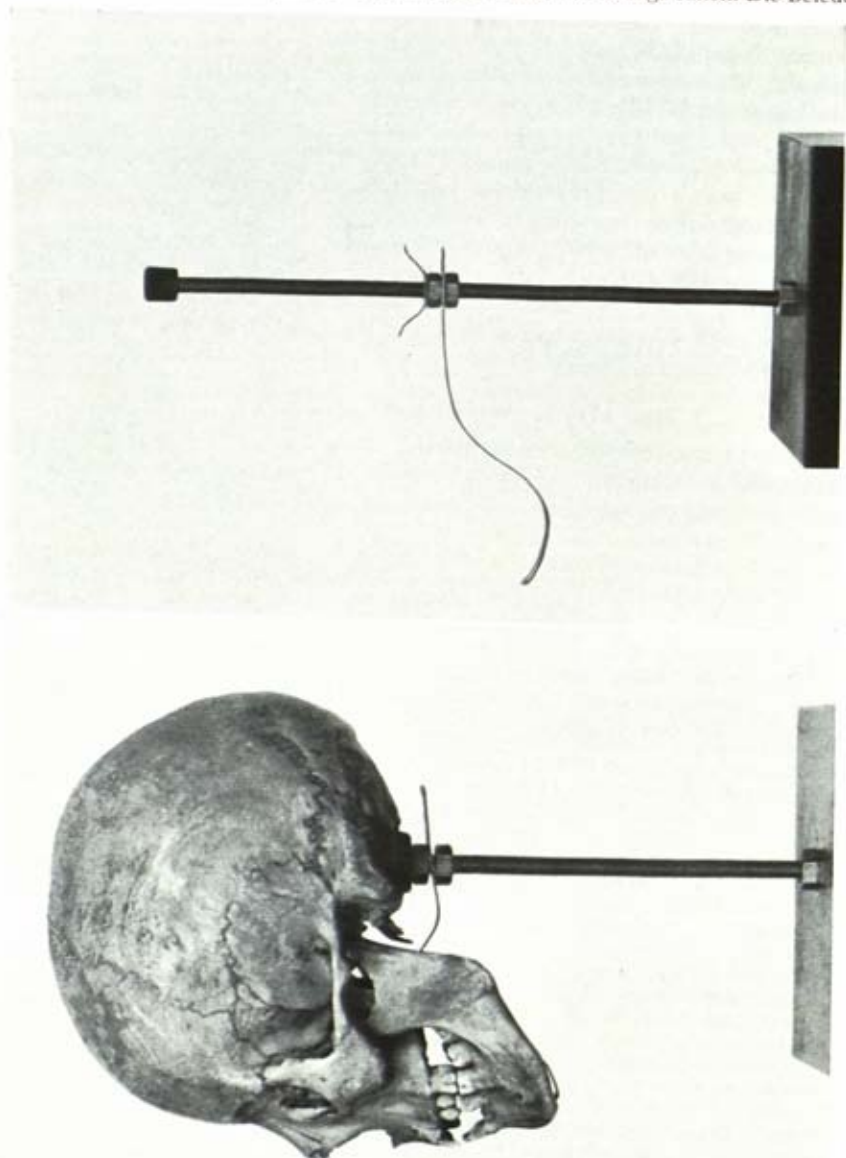


Abb. 92. Stativ für Schädelaufnahmen nach Pröbst. (Anthropol. Inst. der Univ. München).  
Lieferbar durch das Alba-Werk, Aschaffenburg.



erfolgt von zwei Seiten schräg von oben; es hat sich für diesen Zweck eine Beleuchtungseinrichtung mit 4 Glühlampen zu je 40 Watt (Abb. 91) bewährt. Schatten, die auf der Unterlage entstehen, können durch eine seitlich angebrachte Zusatzleuchte aufgehellt werden. Auf diese Weise wird nur der Schädel abgebildet und das spätere Abdecken von Teilen des Haltegerätes wird überflüssig. Kamera und Beleuchtungseinrichtung werden an einem der zur Verfügung stehenden Reproduktionsgeräten befestigt. Die Abb. 93 zeigt ein solches Gerät, das sich vor allem als Reisegerät gut eignet. Die Einrichtung eignet sich auch zur Aufnahme anderer Skeletteile. Man sollte bei der Aufnahme von Extremitätenknöcheln, Becken usw. aber nie das Mitphotographieren eines in die Einstellebene gebrachten Maßstabes unterlassen.

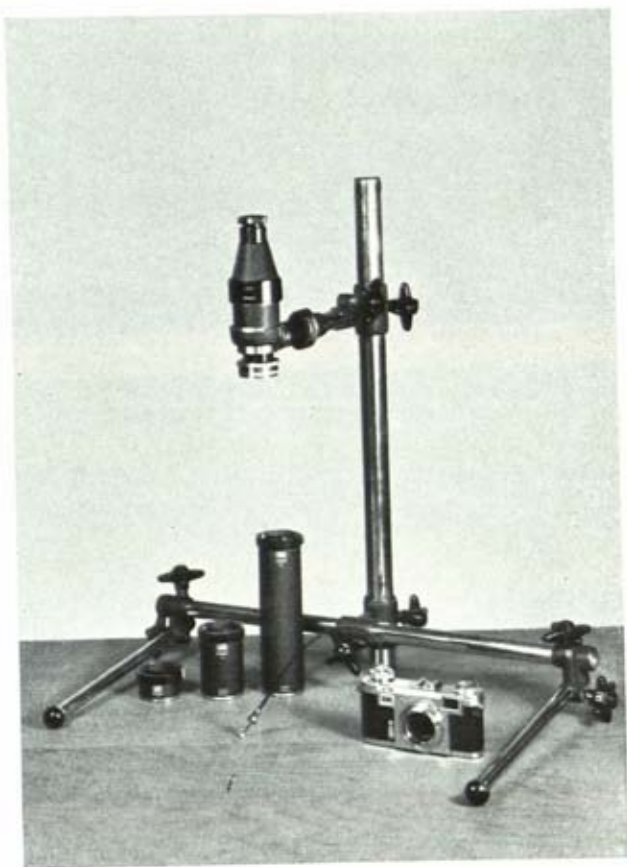


Abb. 93. Reisereproduktionsgerät (Fa. ZEISS IKON).

Brauchbare Schädelaufnahmen erzielt man mit der Kleinbildkamera, unter bestmöglicher Ausnützung der Negativgröße, bei Verwendung eines 13,5-cm-Objektivs mit einem Objektstand von 1,80 bis 2 m. Bei kleineren Objekten werden Zwischenringe oder das Balgengerät zu Hilfe genommen bei entsprechender Verkürzung des Abstandes Objekt—Objektiv. Bei Aufnahmen auf Platten großen Formats kann unter Benützung eines Objektivs mit entsprechend großer Brennweite ein Objektstand von 4—6 m gewählt werden, was sich bezüglich einer möglichst geringen Verzeichnung auf der Abbildung günstig auswirkt.

Für Schädelaufnahmen hat es sich bewährt, den abzubildenden Schädel in einem senkrecht stehenden Holzrahmen von 30 cm Seitenlänge derart aufzustellen, daß die mittlere Ebene des Rahmens mit der mittleren Ebene des Objekts zusammenfällt. Wenn der Rahmen möglichst genau als Quadrat abgebildet wird, können so Verzeichnungen leicht vermieden werden. Ist die Einstellung einmal für eine Schädelansicht erfolgt, so kann

sie auch für die anderen Ansichten beibehalten werden. Auf diese Weise ist es verhältnismäßig einfach, auf dem Bildpositiv bei allen Ansichten die genau gleiche Vergrößerung zu erzielen. Will man die primäre Verkleinerung und spätere Vergrößerung des Objekts vermeiden, so kann man auch mit Hilfe einer Atelierkamera bei entsprechendem Teleobjektiv und einer Objektweite von 4—6 m einen Schädel noch in  $\frac{1}{2}$  natürlicher Größe direkt aufnehmen. MARTIN und MOLLISON forderten, daß bei der photographischen

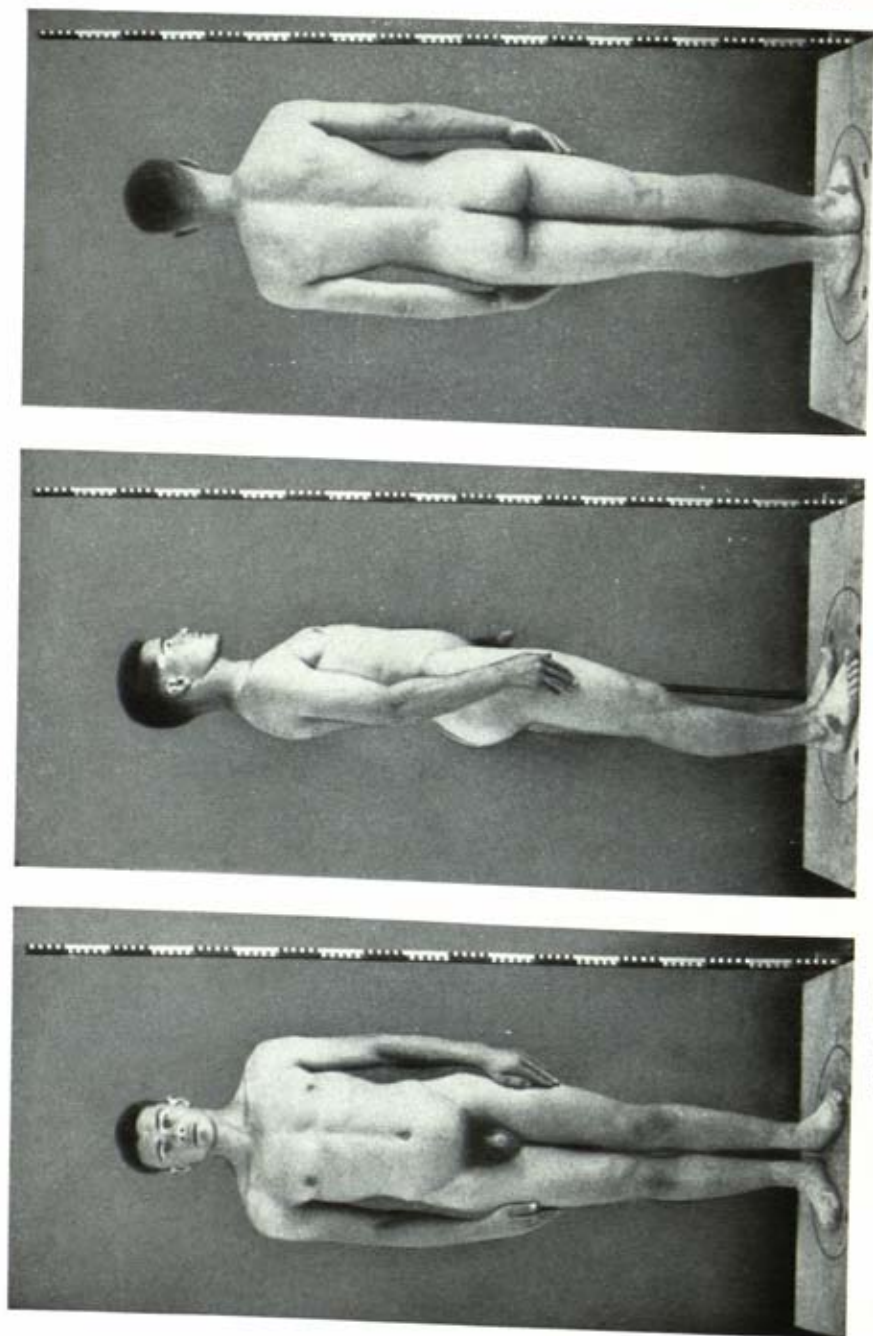


Abb. 94. Photographische Aufnahme eines jungen Mannes in Vorder-, Seiten- und Rückenansicht. Aus: R. MARTIN, 1925, Anthropometrie, Springer, Berlin.

Reproduktion von Schädeln eine Reduktion von  $\frac{2}{3}$  natürlicher Größe möglichst nicht unterschritten werden soll, da schon bei  $\frac{1}{3}$  natürlicher Größe manche feineren Details auf der Abbildung nicht mehr zu erkennen sind.

In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß trotz der vorzüglichen Ergebnisse, die mit der Kleinbildphotographie erreicht werden können, in einzelnen Fällen doch die Aufnahmen auf Platten großer Formate vorzuziehen sind. Zu empfehlen ist in solchen Fällen die LINHOF-Kamera „Technika III“. Von der gleichen Firma wird auch ein Multiplikator, der sogenannte Polizeiadapter hergestellt. Eine Kamera für Bildgröße  $9 \times 12$  cm wird den Anforderungen meist genügen.

Der Hintergrund muß nach der Farbe des Objekts gewählt werden. Meist genügt ein weißer Hintergrund. Für fleckige Objekte (viele Schädel) liefert schwarzer Samt einen schönen Hintergrund. Noch tieferes Schwarz gibt ein mit schwarzem Papier beklebter Kasten, dessen eine Seite offen ist.

Besonders hingewiesen sei auf Röntgenaufnahmen, die für Skelettstudien an totem Material und am lebenden Organismus von Bedeutung sind. Anhaltspunkte für die Aufnahmetechnik geben die entsprechenden Fachbücher.

Zur Feststellung von gemeinsamen Merkmalen mehrerer Objekte innerhalb einer größeren Gruppe, z. B. von Schädeln, aber auch von lebenden Individuen, wurde zuerst von GALTON vorgeschlagen, mehrere Negative aufeinander zu projizieren. Es entstehen so die sog. „Photographischen Mittelbilder“ (SCHMIDT), die sich aber für wissenschaftliche Aufgaben nur wenig eignen.

**Die Aufnahmen lebender Individuen.** Um die fehlende Plastik auf der Abbildung, die nur das stereoskopische Bild geben kann, einigermaßen zu ersetzen, d. h. das Verständnis der körperlichen Ausdehnung des Objekts zu erleichtern, sind 2—3 Aufnahmen von verschiedenen Seiten notwendig, wobei die einzelnen Ansichten (Normen), wie auch schon für die Aufnahmen des Schädels betont wurde, senkrecht aufeinander stehen resp. sich decken müssen. Die ganze Figur eines Stehenden, wenn irgend möglich nackten Menschen, sollte stets in ganzer Vorder- und Seitenansicht, evtl. auch in der Rückenansicht gegeben werden (Abb. 94).

Um die Abbildungen von einer Person in gleicher Größe zu erhalten und um Veränderungen durch Bewegungen des Objekts zu vermeiden, wird zweckmäßigerweise eine Drehscheibe mit Schnappvorrichtung verwendet, auf der das Individuum für alle drei Aufnahmen ruhig stehenbleibt. Auf der Drehscheibe sind kreuzweise sich rechtwinklig schneidende Striche angebracht, nach denen die aufzunehmende Person ausgerichtet wird. Für Reisezwecke eignet sich auch ein kleines Holzpodest von etwa 15 cm Höhe und einer Grundfläche von etwa  $35 \times 35$  cm, das gleichzeitig als Koffer für Material verwendet werden kann. Auch eine Linoleumplatte, auf die die Mediansagittale und die Transversalebene aufgezeichnet sind, wurde für diese Zwecke empfohlen. Die Fußachse läßt man leicht nach außen zeigen, die Arme sollen in halbpronierter Stellung seitlich an den Körper angelegt, die Finger gestreckt sein. Man korrigiert vor der Aufnahme evtl. Schiefhaltung des Kopfes oder der Schultern. Der Blick ist gerade nach vorne (nicht zu hoch) zu richten. Die Einstellung des Kopfes erfolgt für alle Ansichten stets in die Ohraugenebene, was nach dem Augenmaß oder durch Visieren über die obere horizontale Kante der Kamera hinweg geschehen kann. KORKHAUS hat einen Photostat konstruiert, der die genaue Einstellung des Kopfes in Ohraugenebene und eine immer gleiche Entfernung zwischen Aufnahmeapparat und Objekt garantiert (Abb. 95), der sich aber nur für eine stationäre Anlage eignet. Der Objektabstand kann sonst durch Markierung auf dem Boden eingehalten werden.

Für Aufnahmen außerhalb des Institutsateliers hat es sich bewährt, zusammenrollbare Stahlbänder von entsprechender Länge mit Hilfe von Haken an dem Standpodium und dem Stativfuß der Kamera zu befestigen und auszuspannen.

Bei Aufnahmen des ganzen Körpers ist es besonders wichtig, darauf zu achten, daß keine Verzeichnung entsteht. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, solche Aufnahmen bei waagrechtter Aufnahmeachse, die auf die Mitte des Körpers gerichtet ist, aus einem größeren Objektiv-Objektabstand von 4—6 m zu machen.

Um die vorhandene Verzeichnung einigermaßen kontrollieren zu können, sollte bei jeder photographischen Reproduktion die Objektweite und die gemessene Größe des Objekts angegeben werden. Drückt man letztere in Prozenten der Objektweite aus, so erhält man einen Index, der den Grad der Verzeichnung angibt. Dieser Index sollte bei Auf-



nahmen des Lebenden in ganzer Figur nicht größer als 40 sein, d. h. es sollte die Entfernung des Objektivs vom Objekt mindestens der  $2\frac{1}{2}$ fachen Größe des Objekts entsprechen.

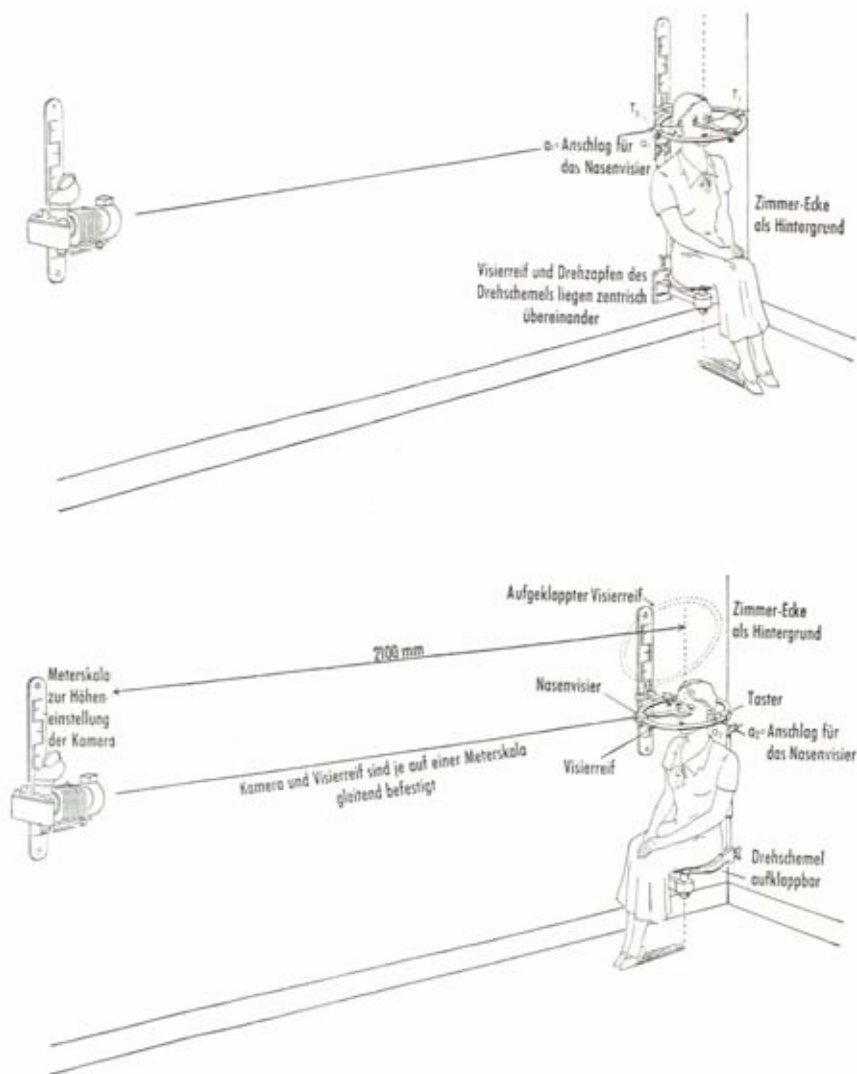


Abb. 95. Photostat zur Herstellung korrekt ausgerichteter, gleichgroßer, vergleichbarer Kopfaufnahmen (nach KORKHAUS).

Wenden wir das auf die Aufnahme eines aufrecht stehenden Menschen von 1,80 m Körpergröße an, so würde eine Objektweite von mindestens 4,50 m zu wählen sein. Ein Objektiv mit langer Brennweite in Verbindung mit dem Spiegelreflexgehäuse ermöglicht es, diesen Forderungen auch bei Aufnahmen mit der Kleinbildkamera ohne weiteres zu entsprechen und dabei den Bildausschnitt auf der Mattscheibe restlos auszunützen. Bei Plattenaufnahmen im Hochformat werden folgende Reduktionen empfohlen:

für Plattengröße	9 × 12	. . . . .	$\frac{1}{18}$	natürl. Größe
für Plattengröße	13 × 18	. . . . .	$\frac{1}{12.5}$	natürl. Größe
für Plattengröße	18 × 24	. . . . .	$\frac{1}{9}$	natürl. Größe

Die dafür erforderliche Brennweite des Objektivs beträgt also mindestens:

für Plattengröße	9 × 12	. . . . .	24 cm
für Plattengröße	13 × 18	. . . . .	34 cm
für Plattengröße	18 × 24	. . . . .	45 cm

Besser ist es, etwas größere Brennweiten zu verwenden, etwa:

für Plattengröße	9 × 12	. . . . .	28 cm
für Plattengröße	13 × 18	. . . . .	41 cm
für Plattengröße	18 × 24	. . . . .	54 cm

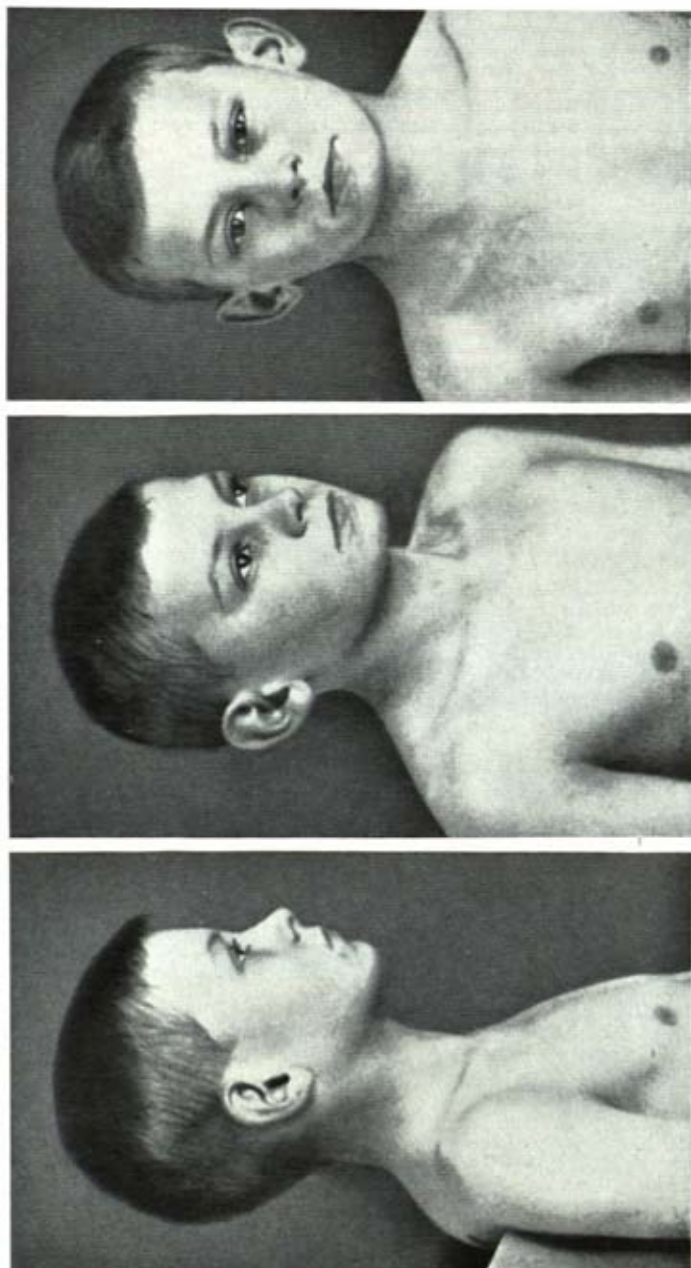


Abb. 96. Brustaufnahme eines Knaben in Seiten-, Eindrittel- und Vorderansicht.  
Aus: R. MARTIN, Anthropometrie. Springer, Berlin.

Diese Reduktionen sind leicht durchzuführen, wenn man sich einer in Quadrate von 1 cm geteilten Mattscheibe bedient und einen Maßstab neben dem Objekt mitphotographiert. Es sind dann zur Deckung zu bringen:

- bei Verkleinerung auf  $\frac{1}{18}$  . . . . 90 cm des Maßstabes mit 5 cm der Mattscheibe
- bei Verkleinerung auf  $\frac{1}{12.5}$  . . . . 100 cm des Maßstabes mit 8 cm der Mattscheibe
- bei Verkleinerung auf  $\frac{1}{9}$  . . . . 90 cm des Maßstabes mit 10 cm der Mattscheibe

Bei Verwendung von Platten  $13 \times 18$  im Querformat können mit Hilfe eines Multiplikators die 3 Aufnahmen eines stehenden Menschen nebeneinander gemacht werden. Die verfügbare Bildgröße beträgt dann annähernd  $6 \times 13$  cm und die zweckmäßige Verkleinerung  $\frac{1}{18}$ . Bei Aufnahmen auf die dreigeteilte Platte  $13 \times 18$  im Querformat ist ein Objektiv mit 30 cm Brennweite zweckmäßig. Bei Aufnahmen von Brustbildern reduziere man:

für Plattengröße  $9 \times 12$  in Hochformat oder die dreigeteilte Platte  $13 \times 18$  (Querformat) auf  $\frac{1}{3}$  natürl. Größe

für Plattengröße  $13 \times 18$  in Hochformat . . . . . auf  $\frac{1}{4}$  natürl. Größe

für Plattengröße  $18 \times 24$  in Hochformat . . . . . auf  $\frac{1}{3}$  natürl. Größe



Abb. 97. Drehstuhl zur Herstellung wissenschaftlicher Körperaufnahmen (Anthropolog. Institut München).

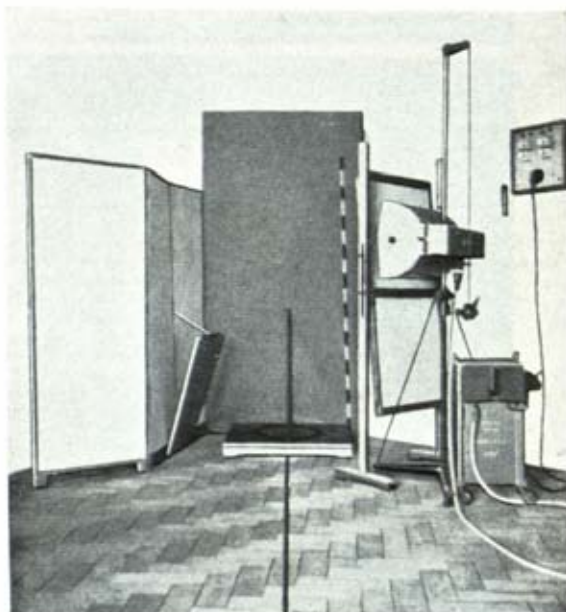


Abb. 98. Photographische Einrichtung zur Herstellung wissenschaftlicher Körperaufnahmen (Anthropologisches Institut München 1928).

Als Beleuchtung hat sich bei Aufnahmen des ganzen lebenden Körpers u. a. die Verwendung von Röhrenlampen (Leuchtröhren) bewährt. Bei flacher seitlicher Beleuchtung lassen sie bei guter Ausleuchtung in der Höhe das Oberflächenrelief sehr gut hervortreten. Verwendet man sogenannte Tageslichtlampen oder solche mit bläulichem Lichtton, so erzielt man auf Schwarz-Weiß-Aufnahmen eine gute Wiedergabe der Farbtönen der Haut. Die Intensität dieser Lampen ist so groß, daß man für Schwarz-Weiß-



Bilder mit dicht nebeneinander befindlichen 40-Watt-Röhren noch bei  $\frac{17}{10}$  DIN Negativmaterial in helleren Räumen ohne weitere Beleuchtung mit einer Blende von 1 : 4,5 auf etwa  $\frac{1}{5}$  Sekunde Belichtungszeit kommt. Für Farbaufnahmen wird man zweckmäßigerweise Blitzlichtgeräte verwenden. Zu Aufnahmen der ganzen Gestalt mit der Kleinbildkamera eignet sich gut ein 9 cm-Objektiv.

Der Hintergrund ist zweckmäßig weiß, wenn auch ein leicht grauer oder graugrüner Hintergrund bei Schwarz-Weiß-Aufnahmen die Plastik des Körpers im Bild besser hervortreten läßt. Die Person soll 50—100 cm vor dem Hintergrund stehen, um Schatten möglichst zu vermeiden. Treten trotzdem Schatten auf, so müssen sie aufgehellt werden.

Für Brustbilder, bei welchen die Kopf- und Gesichtsbildung das Wichtigste ist, empfiehlt sich eine Aufnahme genau von vorn, genau im Profil und ferner eine solche mit  $\frac{1}{4}$  Seitenansicht, also in der Zwischenstellung zwischen reiner Vorder- und Seitenansicht, weil gerade in dieser Stellung noch

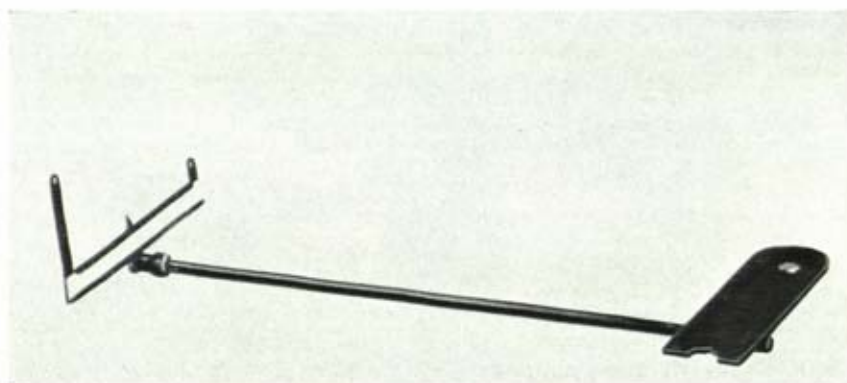


Abb. 99. Distanzgerät zur Herstellung von Detailaufnahmen (Anthropol. Inst. München).

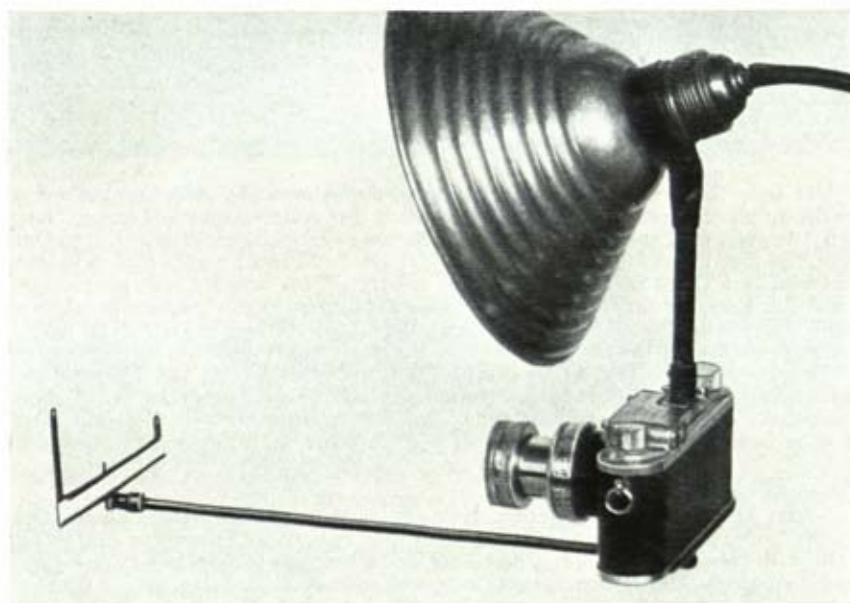


Abb. 100. Distanzgerät mit montierter Leica und Beleuchtungseinrichtung (Anthropologisches Institut München).

mancherlei Details der Gesichtsbildung (bes. Wangen- und Nasenregion) hervortreten (vgl. Abb. 96).

Brustbilder werden am besten an aufrecht sitzenden Individuen, die ihren Rücken an eine Lehne oder einen Halter anlegen, aufgenommen. BERTILLON empfiehlt einen Stuhl mit beweglicher Rückenlehne und einem Kopfhalter, der um eine Achse genau 90° gedreht werden kann. Man bedient sich aber heute meist eines Stuhles mit gerader Rückenlehne, dessen 4 Füße vor der Aufnahme in 4 kleine Vertiefungen der Drehscheibe eingesetzt werden (Abb. 97). Die Einstellung der Brustbilder soll, um eine gleichmäßige Schärfe zu erreichen, in allen 3 Ansichten auf die Wangengegend (nach BERTILLON auf den äußeren Augenwinkel) erfolgen.

Will man den Kopf eines Lebenden, wenn wenig behaart oder künstlich enthaart, in der *Norma verticalis* aufnehmen, so lasse man das Individuum sich rittlings, mit dem Gesicht gegen die Lehne gekehrt, auf einen Stuhl setzen und den Kopf mit der Stirn auf die gekreuzten Arme und die Stuhllehne legen, in der Weise, daß die Ohraugenebene senkrecht steht.

Für Brustbilder bzw. Kopfaufnahmen benützt man am besten ein 13,5-cm-Objektiv bei einem Objektivabstand von etwa 2,20 m. Die Beleuchtung erfolgt dabei mit 2 Nitraphot-B-Lampen (500 Watt), und zwar eine direkte und eine indirekte Beleuchtung. Um ein gleichmäßiges Licht zu erzielen, stellt man die Lampe zur direkten Beleuchtung hinter einen mit Molton bespannten Holzrahmen und strahlt das Objekt schräg von vorne an. Mit der zweiten Lampe wird eine auf der anderen Seite stehende weiße Wand angestrahlt, die das Licht auf das Objekt zurückwirft und so die entstandenen Schatten auhellt. Die Aufnahmen werden bei offener Blende (4,5) und  $\frac{1}{20}$  Sekunde Belichtungszeit durchgeführt.

Für Detailaufnahmen des Kopfes, wie sie z. B. bei erbbiologischen Vaterschaftsgutachten üblich sind, ist es zweckmäßig, zur Kleinbildkamera ein 5-cm-Objektiv mit Zwischenring 1:3 zu verwenden. Es ist meist leichter, diese Aufnahmen aus der Hand zu machen, als die Kamera dazu auf ein Stativ aufzubauen. Der Abstand Objekt-Filmebene beträgt 28 cm. Das Negativ wird dann bei der Herstellung der Positivbilder in der Regel auf das Dreifache vergrößert, so daß die natürliche Größe erreicht wird. Der Objektabstand muß selbstverständlich auch hier gleichgroß sein, was mit Hilfe eines Distanzgeräts erreicht wird (Abb. 99/100): Ein Metallstab von etwa 28,3 cm ist fest mit einer Auflageplatte verbunden, auf der die Kamera festgeschraubt wird. Auf der Unterseite der Auflageplatte befindet sich eine kurze Schiene, ähnlich der Zubehörklemme auf der Leica, zur Befestigung einer Beleuchtungslampe.

Das freie Ende des Metallstabes wird bei Aufnahmen der Augenregion auf die Stirn der zu photographierenden Person aufgesetzt. Bei Aufnahmen von Lippen, Nasenboden, Ohr setzt man auf das freie Ende des Stabes zweckmäßigerweise noch eine Querschiene, auf deren dem Objekt zugekehrter Seite ein drehbares Metallplättchen befestigt ist; so wird dem Gerät beim Aufstützen auf das Objekt ein besserer Halt gegeben. Auf der anderen Seite der Schiene kann man einen Papierstreifen mit genauer Bezeichnung der aufgenommenen Person einschieben, um so jede Verwechslung unmöglich zu machen. Im Anthropologischen Institut München werden diese Aufnahmen bei Beleuchtung mit der Nitraphot-S-Lampe (250 Watt) durchgeführt, mit einer Blende von 12,5 und einer Belichtungszeit von  $\frac{1}{20}$  Sekunde. Bei Aufnahmen von Augenregion oder Mund genügt 1 Lampe, die auf der Kamera aufgesetzt wird. Bei Aufnahmen von Nasenboden oder Ohr ist es besser, zur Vermeidung von zu starken Schatten, 2 Lampen zu verwenden, von denen die eine auf der Kamera, die zweite an der Unterseite der Auflageplatte des Distanzgeräts befestigt wird.

Solche Detailaufnahmen werden teilweise auch mit Hilfe eines Einstellgeräts („Beoohy“ oder „Behoo“, LEITZ) durchgeführt, das aus einem Klemmring besteht, der am Objektiv befestigt wird und in den 4 für den jeweiligen Objektabstand einstellbare Schenkel eingeschraubt werden. Dieses Gerät wird auch als Reproduktionsstativ für kleine Objekte benützt, hat sich aber für anthropologische Zwecke nicht sehr bewährt.

Zur Aufnahme kleinerer Objekte im Maßstab 1:1, z. B. einzelner Zähne oder Tastleisten der Fingerbeeren, kann man auch das Hilfsgerät „Belun“ (LEITZ) verwenden.



Das Gerät wird am Objektiv befestigt, die Kamera wird mit der Rückseite auf den Tisch gelegt und das aufzunehmende Objekt wird auf den Fensterausschnitt des Hilfsgeräts gebracht. Als Lichtquelle genügen 2 Mikroskopierlampen in einer Entfernung von 10 bis 15 cm.

Irisaufnahmen, vor allem als Farbaufnahmen, die wissenschaftlich verwertbar sein sollen, haben immer recht große Schwierigkeiten bereitet, sind aber jetzt mit den neuen Spezialgeräten leicht und einwandfrei durchzuführen. Ein Gerät für Aufnahmen im Maßstab 1,5 : 1 (Übersicht) oder zur sog. gezielten Sektorenaufnahme im Maßstab 3 : 1 mit allen Zwischenabbildungen wurde von LEITZ entwickelt (Abb. 101).

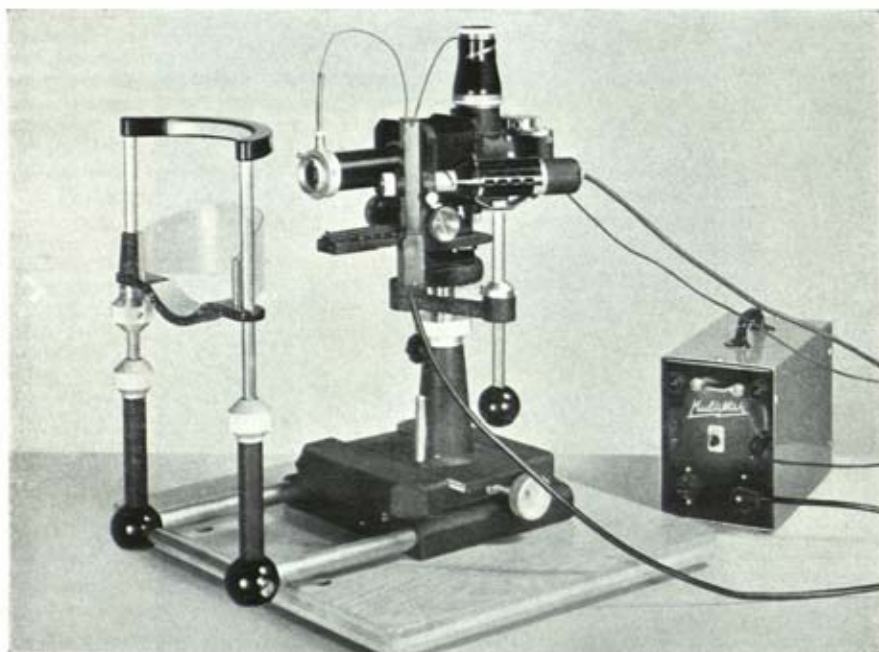


Abb. 101. Irisaufnahmegerät (Firma E. LEITZ, Wetzlar).

Das Gerät besteht aus einer nach allen Seiten verstellbaren Beobachtungsapparatur mit binokularer Lupe, die leicht gegen das eigentliche Aufnahmegerät ausgewechselt werden kann. Dieses Aufnahmegerät besteht aus der Kamera (jedes Leicamodell der synchronisierten Gruppe) in Verbindung mit Spiegelreflexgehäuse, Balgeneinstellgerät und Elmarobjektiv 9 cm in Spezialausführung mit „Springblende“. Als Lichtquelle ist jede Blitzröhre der üblichen Bauart zu verwenden, die in einen besonderen Kubus gesteckt und am Säulenstativ schwenkbar befestigt wird. Als Beobachtungsleuchte und Lichtquelle zur Scharfeinstellung auf der Mattscheibe dient eine Pilotlampe. Zur Fixierung des Kopfes benützt man eine kombinierte Kinn- und Stirnstütze.

Auch ohne dieses Spezialgerät sind mit einfacheren Mitteln gute Aufnahmen zu erzielen; mit der synchronisierten Leica, in Verbindung mit Spiegelreflexgehäuse, Zwischenring, dem Objektiv Elmar 5 cm, entsprechendem Stativ und Kinn-Stirn-Stütze, einem Blitzgerät und einer beliebigen Beobachtungslampe. Man achte jedoch darauf, daß der Reflektor des Blitzgeräts möglichst klein gehalten wird und der Reflex auf der Hornhaut in den Bereich der Pupille fällt.

FLEISCHACKER hat, um auch dort Irisaufnahmen anfertigen zu können, wo keine stationäre Anlage zur Verfügung steht, die einzelnen Bestandteile des Geräts so an einem Metallboden befestigt, daß auch ohne jegliches Stativ Irisaufnahmen gemacht werden können. Ein großer Nachteil besteht dabei natürlich in der sehr viel schwieriger zu er-



zielenden genauen Einstellung. Irisaufnahmen sollten deshalb auf diese Weise nur im Notfall gemacht werden.

Ein photographisches Gerät, das einen sehr umfassenden Anwendungsbereich hat und sich neben Irisaufnahmen auch z. B. für Kapillaraufnahmen sehr gut eignet, liefert jetzt die Firma ZEISS (Oberkochen). Es wird angewendet in Verbindung mit einem Stereomikroskop, dem sog. Operationsmikroskop (Abb. 102). Das Gerät verbindet ausgezeichnete Belichtungsverhältnisse (eingebaute Blitzröhre und Beobachtungslampe) mit bester Beobachtungsmöglichkeit auch während der Auslösung des Kameraverschlusses und hat einen auffallend großen Tiefenschärfenbereich, was sich gerade bei Irisaufnahmen sehr günstig auswirkt. Der Lichtreflex auf der Hornhaut des aufgenommenen Auges ist auf das kleinstmögliche Maß beschränkt. Für andere Aufnahmen-Gebiete wird das Gerät lediglich an einem anderen Fuß montiert.

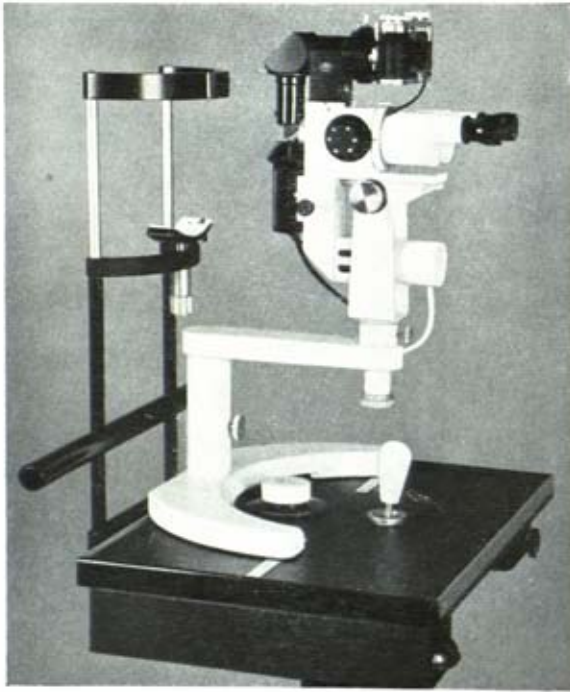


Abb. 102. Operationsmikroskop (Fa. C. ZEISS, Oberkochen/Württ.) mit Kamera und Photozusatzgerät, als Irisaufnahmegerät aufgebaut.

Für Irisbilder sollen möglichst Farbfilme Verwendung finden, da der Schwarz-Weiß-Film die für Irisuntersuchungen u. U. wichtigen zarten Farbabstufungen nicht immer wiederzugeben vermag. Im Anthropologischen Institut München wurden mit dem Agfa-color-Negativ-Film Typ T sehr gute Ergebnisse erzielt.

Für intraorale Aufnahmen (Zähne, Gaumen, Zunge usw.) empfiehlt KORKHAUS ein Gerät, das aus einer Leica der Serie f in Verbindung mit Spiegelreflexgehäuse und Balgeneinstellgerät besteht.

Das Gerät ist auf einem stabilen Stativ (WERTEBACH, Bonn) aufgebaut, welches durch den angebrachten Doppelgelenkarm, eine Höheneinstellung und den aufgesetzten Kino-Neige-Panoramakopf die Einstellung jedes gewünschten Blickwinkels schnell ermöglicht. Als Lichtquelle für die Beobachtung dient eine Nitraphot-Lampe, für die Aufnahme selbst eine auf den Frontteil des Balgeneinstellgeräts aufgesetzte, ringförmig geschlossene Blitzröhre mit Reflektor. Die ringförmige Anordnung des Blitzlichts eignet sich

besonders gut zur Ausleuchtung buchtenreicher Höhlen, wie sie der Mund darstellt. Mit entsprechenden Objektiven können Abbildungsmaßstäbe variiert werden: Mit dem Objektiv Hektor 13,5 cm von  $\infty$  bis zum Maßstab 1:1, mit Elmar 5 cm 1:1 bis 2,5:1, mit Summaron 3,5 cm bis 6,5:1.

Nahaufnahmen der Haut werden nach verschiedenen Methoden durchgeführt.

Schwarz-Weiß-Aufnahmen können z. B. auf  $12/10$ -DIN-Film mit dem 5-cm-Objektiv am Einstellrevolver, Blende 12,5 und einer Sekunde Belichtung, bei seitlicher Beleuchtung der Haut mit einer Nitraphot-Lampe hergestellt werden.

Zur Aufnahme der Hautleisten der Fingerbeeren eignet sich das schon erwähnte Hilfsgerät „Belun“. Der Finger wird auf den Fensterausschnitt des Geräts gelegt. Die Aufnahmetechnik ist dieselbe wie für andere kleinere Objekte. Es empfiehlt sich, die Fingerbeeren etwas einzufetten, um so die Reflexwirkung des schräg auffallenden Lichtes zu erhöhen.

Farbaufnahmen des Hautreliefs werden an der Hautklinik Gießen mit dem Weitwinkelobjektiv Summaron 3,5 cm, in Verbindung mit dem Balgeneinstellgerät und Blende 12 auf Agfacolor-Negativ T-Film aufgenommen bei einer Beleuchtung mit 2 Nitraphot-Lampen S im Abstand von 30 cm und einem Multiblitzgerät im Abstand von 15 cm (SCHULTZE).

Für Mikroaufnahmen der Hautoberfläche zur Darstellung des Hautreliefs — was für konstitutionelle Untersuchungen von Bedeutung sein kann — hat JÄGER eine Methode angegeben, die sich gut bewährt hat.

Die Hautoberfläche wird mit einem Fluoreszenzfarbstoff angefärbt (z. B. Primulin) und dann mit kurzwelligem Licht bestrahlt, das man am besten durch ein der großen Lumineszenz-Bogenlampe (LEITZ) vorgesetztes Violettfilter erhält. Gute Ergebnisse werden mit dem 2 mm starken Filter Schott BG 12 erzielt, das vom sichtbaren Licht den Bereich 3500—5000 Å durchläßt. Zwischen Bogenlampe und Lichtfilter kommt eine Kühlkammer mit verdünnter Kupfersulfatlösung. Beobachtung und Aufnahme kann durch das Kapillarmikroskop „Ultropak“ (LEITZ), auf das die Kamera in Verbindung mit dem Mikroansatz aufgesetzt wird, erfolgen. Vor oder über das Okular muß aber noch ein Sperrfilter (Schott OG 1, 2, 5 mm stark) eingelegt werden, so daß nur die durch das Primulin fluoreszierende Hautoberfläche sichtbar wird. Die Belichtungszeit ist bei Filmen mittlerer Empfindlichkeit etwa 30 Sekunden. Bei Verwendung des Fluorapidfilms (Agfa) genügt oft die halbe Belichtungszeit. JÄGER hat gezeigt, daß auch mit anderen Lichtquellen, z. B. Quecksilberdampflampe und sogar mit einer der üblichen Mikroskopierlampen (Monla-Lampe) Fluoreszenzaufnahmen der Hautoberfläche durchführbar sind.

Zu Kapillaraufnahmen wird meist das Kapillarmikroskop Ultropak benützt, in Verbindung mit dem Mikroansatz und dem Periplanokular 10x.



Abb. 103. Leica-Aufnahmeeinrichtung für die intraorale Photographie.



Die Kamera wird auf dem Mikroansatz aufgesetzt. Die Beobachtung vor der Aufnahme erfolgt durch das Einstellfernrohr am Mikroansatz. Als Beleuchtung zur Beobachtung und zur Aufnahme eignet sich die Kohlenbogenlampe, deren Licht durch eine mit standardisierter Filterlösung gefüllte Küvette gekühlt werden muß, da durch den Wärmereiz sonst das Kapillarbild verändert wird. SCHULTZE gibt eine Methode an, bei der diese Schwierigkeit nicht besteht. Als Beobachtungslicht empfiehlt er die mit dem Mikroskop fest verbundene Monolampe, die mit 5,4 Amp. belastet wird; als Lichtquelle für die Aufnahme wird ein Röhrenblitz benutzt, der in 10–20 cm Abstand so eingestellt wird, daß der Reflektor die volle Strahlung auf das zu untersuchende Hautfeld abgeben kann. Auf diese Weise lassen sich auch Farbaufnahmen der Kapillaren herstellen (Agfa-color-Negativ-Film Typ T). Für Schwarz-Weiß-Aufnahmen eignet sich bei Anwendung von grünlich gefiltertem Licht der Agfa-Fluorapid-Film.

Die größeren Blutgefäße können durch Infrarotaufnahmen zur Darstellung gebracht werden.

**Röntgenaufnahmen** haben in der Anthropologie nicht nur für Forschungsaufgaben eine weitgehende Bedeutung, sondern sind heute auch in der anthropologischen Praxis, z. B. für den genetischen Wirbelsäulenvergleich unentbehrlich. Zur technischen Durchführung solcher Aufnahmen muß auf die entsprechenden Fachbücher verwiesen werden.

**Stereoskopische Aufnahmen** können von besonderem Wert sein. Vor allem in der Rassen- und Konstitutionsanthropologie hat sich die Stereophotogrammetrie bewährt, insbesondere für Untersuchungen morphologischer Eigenheiten des Kopfes und des Gesichtes. WENINGER hat z. B. die stereoskopische Aufnahme bei Untersuchungen der vorderen Augenkammer benutzt. Solche Aufnahmen werden mit der Stereokamera durchgeführt. Bei unbeweglichen Objekten können aber auch, sofern der Objektabstand mehr als 1 m beträgt, die beiden Aufnahmen mit der Leica unter Verwendung des Stereoschiebers nacheinander gemacht werden. Nahaufnahmen kleiner Objekte, die mit der normalen Stereokamera wegen des kurzen Objektabstandes nicht durchführbar sind, lassen sich mit Hilfe der Kleinbildkamera unter Verwendung des Naheinstellgeräts dadurch herstellen, daß die beiden Teilbilder nacheinander aufgenommen werden.

Besondere Beachtung verdient auch die Röntgenstereophotographie für Untersuchungen am Lebenden. Auf diese Weise wird die räumliche Orientierung auf dem Röntgenbild wesentlich erleichtert; man ist in der Lage, beim Lebenden Vermessungen am Skelett durchzuführen, Weichteildicke oder Organausdehnung zu bestimmen.

Schließlich muß noch erwähnt werden, daß auch der Kinofilm vor allem für Lehrzwecke sehr wertvoll sein kann. Mit keiner anderen Methode der Photographie läßt sich z. B. die Lebensweise primitiver Völker so eindrucksvoll wiedergeben wie mit dem fortlaufenden Kinofilm. Aber auch in der Vererbungswissenschaft hat der Schmalfilm für Mikroaufnahmen ein lohnendes Anwendungsgebiet gefunden, desgleichen für Bewegungsaufnahmen (Gang, Mimik usw.), die offenbar ein dankbares Objekt künftiger anthropologischer Untersuchungen darstellen. Entsprechende Aufnahme- und Projektionsgeräte sind heute in reicher Auswahl erhältlich\*).

## b) Zeichnerische Darstellung und Abdruckverfahren

**Zeichnung in orthogonaler Projektion.** Außer dem perspektivischen Bild erfordert das Studium der anthropologischen Objekte auch die Herstellung rein geometrischer Zeichnungen, die eine genaue Nachmessung

\*) In Deutschland werden Unterrichtsfilme geliefert vom Institut für den wissenschaftlichen Film, Göttingen, Bunsenstraße 10.



der absoluten wahren Dimensionen des Objekts zulassen. Das geometrische Bild stellt also eine orthogonale Parallelprojektion des Objekts dar. Für den Vergleich der Objekte untereinander sind diese geometrischen Bilder besonders wertvoll, da sie aufeinander gelegt oder ineinander gezeichnet werden können.

Man hat früher eine Reihe von Apparaten konstruiert, die das zu zeichnende Objekt zunächst abformen und von denen man dann erst sekundär die gewünschte Kontur erhält. Dazu gehören der *Profilometer*, *Kephalometer* und die *Hutmacher-Apparate* (Broca), die schwer zu handhaben sind und fast ohne Ausnahme direkt unrichtige oder mindestens zu ungenaue Zeichnungen liefern. Der nach LANDAU verbesserte HARTINGSche *Kephalograph* konnte in der Kephalometrie keinen Eingang finden, da das Instrument unhandlich, schwer und kostspielig ist. Innerhalb eines runden Rahmens sind kleine, radiär gestellte Stäbchen angebracht, von denen jedes durch eine kleine Feder in seiner Lage erhalten wird. Die Stäbchen sind ferner numeriert und mit Millimeterinteilung versehen. Einen auf dem gleichen Prinzip beruhenden Apparat, bei dem die Stäbchen durch einen Metalldraht angedrückt und gleichzeitig auch die Ohrpunkte festgelegt werden, hat HOLL (1913) konstruiert. Er ist zunächst für Schädel bestimmt, kann aber auch bei Lebenden Verwendung finden.

Am einfachsten bedient man sich zur Herstellung von Umrißabformungen (z. B. Kephalogrammen) eines dünnen Bleidrahts oder besser noch eines ungefähr 2—3 mm breiten, 2 mm dicken Streifens biegsamen Bleiblechs, die sorgfältig an die zu zeichnende Kurve angepreßt, dann wieder abgenommen und auf Papier nachgezeichnet werden. Sowohl Flächen als Kanten dieses Bleistreifens müssen scharf, glatt und unverbogen sein. Ferner darf natürlich beim Abnehmen nicht die geringste Krümmungsänderung des Bleistreifens eintreten, und das Nachzeichnen muß mit ganz spitzem Bleistift an der Innenfläche des Streifens vorgenommen werden. Nach ABEL (1937) verwendet man besser ein *Bleirohr* von 4 mm Durchmesser (hergestellt für Telephonzwecke), da ein solches Bleirohr nicht so stark wie ein Bleiblech federt. Bei größeren Kurven (z. B. des ganzen Gesichtsprofils oder Mediansagittalbogens des Kopfes) muß man die Grenzpunkte auf dem Bleistreifen mit einem Bleistift oder mittels des Fingernagels aufzeichnen, und man kann ferner durch Nachmessen am Original und an der Zeichnung sich davon überzeugen, ob die Bleidrahtkurve sich nicht verändert hat.

Empfehlenswert sind folgende Kurven:

1. der mediansagittale Kopfumfang, bestehend aus der Profillinie und der Kopfkontur von Nasion bis Inion;
2. der horizontale Kopfumfang;
3. der transversale Kopfumfang von Tragon zu Tragon über Bregma;
4. der horizontale Gesichtsumriß von Tragon zu Tragon über die Jochbeine und den Nasenrücken.

Was hier für den Kopf gesagt ist, gilt sinngemäß auch für den Schädel.

Auf die genannte Weise lassen sich nicht nur konvexe Kurven, sondern auch konkave Flächen, z. B. Krümmung der Orbitalwände, die Krümmung der Gelenkkurven von langen Knochen usw. abformen und studieren.

Zur Messung der Kurven und Bogen der Kephalogramme dient das *Meßrädchen*.

Für Hand und Fuß können *Umrißzeichnungen* noch einfacher hergestellt werden. Legt oder stellt man diese Teile flach auf ein unterlegtes Papier, so kann man sie mit einem genau zur Unterfläche senkrecht gehaltenen, der Länge nach halbierten Bleistift ringsherum umfahren und erhält auf diese Weise ein leidlich gutes Umrißbild. Will man an dem Handumriß die Fingerlängen messen, so müssen die Finger beim Zeichnen aneinandergeschlossen

sein und die Achse des Mittelfingers mit einer vorher aufgezeichneten Geraden zur Deckung gebracht werden. Genauer wird das Bild, wenn man einen halbierten Bleistift mit kantigem Holzschaft an den senkrechten Schenkel eines kleinen, nicht zu hohen Holzwinkels bindet und denselben nach der Art eines Kathetometers senkrecht um das Objekt herumführt. Da der horizontale Winkel des Schenkels stets die Unterfläche berührt, ist auf diese Weise die senkrechte Richtung des zeichnenden Stiftes gewährleistet.

Für größere Kurvenzeichnungen sind kompliziertere Verfahren notwendig.

Zur Ausführung orthogonaler Projektionen größerer Objekte, besonders von Schädeln in verschiedenen Normen, eignet sich am besten der *Dioptrograph* nach MARTIN (Abb. 104), eine verbesserte Konstruktion des sogenannten *LUCAE'schen* Zeichentisches. Er liefert sowohl Kontur- als Reliefbilder.

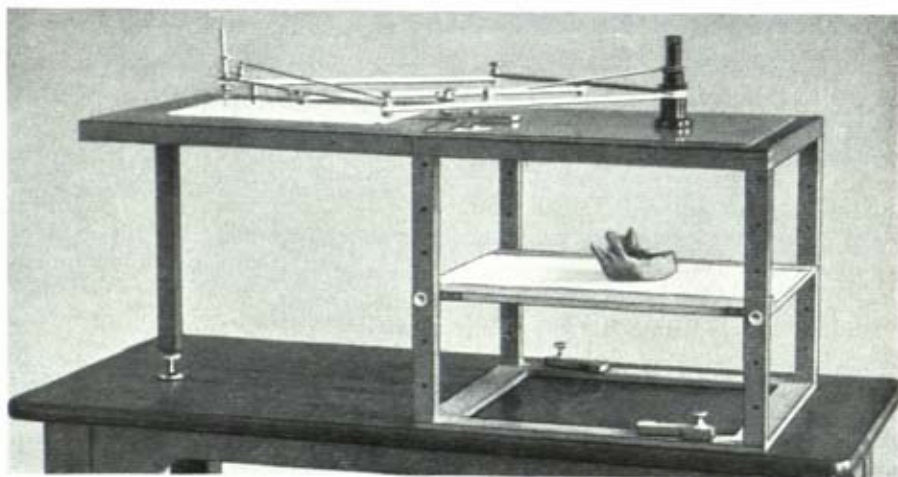


Abb. 104. Dioptrograph.

Der Apparat besteht aus einem rahmenartigen Holzgestell, das 33 cm hoch und 40 cm breit bzw. tief ist. Dasselbe trägt auf seiner oberen Seite eine Glasplatte und in gleicher Ebene mit dieser an der einen Seite ein durch Scharniere umlegbares Zeichenbrett mit verstellbarer Stütze. Zwischen Zeichenbrett und Glasplatte ist eine sogenannte Schere angebracht, in welche ein Aluminium-Pantograph, der auf der einen Seite einen um seine Achse drehbaren Diopter, auf der anderen Seite eine Zeichenvorrichtung trägt, eingelassen werden kann. Der Diopter (Ortograph) hat Tubusform, besitzt oben eine enge Visieröffnung und unten ein Fadenkreuz, ist ausziehbar und kann daher dem Auge des Zeichnenden angepaßt werden. Die zu zeichnenden Objekte werden auf ein durch Stiftbolzen in verschiedene Höhe stellbares Objektbrett gelegt. Heben sich die Ränder des Objekts nicht scharf von dem blauen Untergrund des Brettes ab, so wird einfach je nach Bedürfnis weißes oder schwarzes Papier untergelegt. Die dunkle, dem Zeichnenden zugekehrte Seite des Objekts kann man nötigenfalls durch ein schiefgestelltes weißes Papier, einen mit Silberpapier überzogenen Karton oder eine Glanzblechscheibe erhellen. Das Holzgestell des Apparates sollte mit einer Klammer (Eisen- oder Holzzwinge) an der Tischplatte befestigt werden, damit es sich während des Zeichnens nicht verschieben kann. Ist der Tisch hoch, so stellt man sich auf einen Schemel, damit man bequem in den Diopter sehen kann.

Man fixiert nun mit dem einen Auge durch den Diopter das zu zeichnende Objekt und führt denselben mit der rechten Hand ruhig und gleichmäßig, aber fest auf die Glasplatte gepreßt in der Weise über die Platte, daß die Fadenkreuzmitte des Diopters den Objektmuß schneidet. Man drehe während der Bewegung stets den Diopter in diesem Sinn. Die Glasplatte ist gelegentlich mit Alkohol zu reinigen, damit der Diopter glatt

und leicht darüber geführt werden kann. Da die Visieröffnung und Fadenkreuzmitte verbindende Gerade senkrecht auf der Glasplatte steht, so erhält man mittels der Zeichenvorrichtung auf einem auf dem Zeichenbrett aufgespannten Blatt Papier, genau den Objektumriß, den man mit dem Diopter umfahren hat. Entwirft man direkt oder überträgt man später die Zeichnung auf Millimeterpapier, so wird das nachträgliche Abmessen und der Vergleich verschiedener Zeichnungen bedeutend erleichtert.

Der Diopetrograph erlaubt aber nicht nur Umrißbilder, sondern auch eine detaillierte geometrische Zeichnung des ganzen Schädels, da man mit dem Diopter ja nicht nur die Umrißkontur, sondern auch alle Bildungen des Flächenreliefs, wie Nähte, Kanten, Vorsprünge, Zähne usw. nachfahren und auf diese Weise zeichnen kann. Will man während

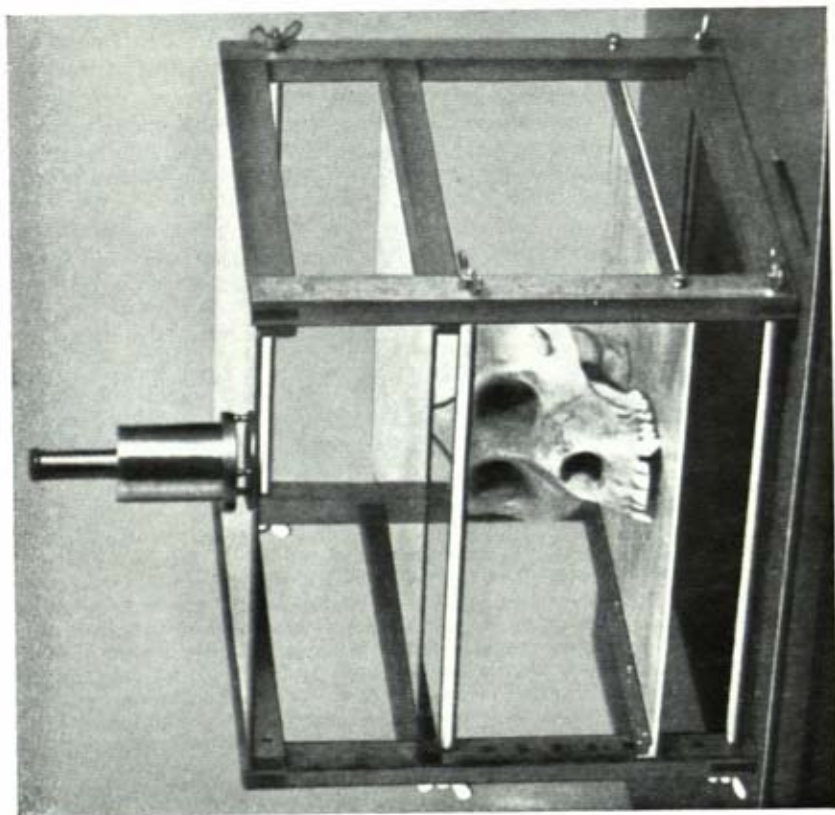
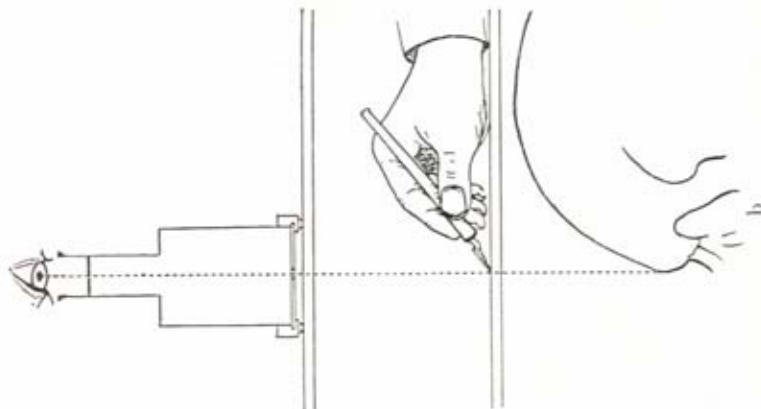


Abb. 105 a und b, Diopetrograph nach MOLLISON.

a



des Zeichnens an einer Stelle die Kontur unterbrechen, so kann man die Zeichenvorrichtung durch leichte Drehung eines am Diopter angebrachten Ringes hochheben und auch für längere Zeit durch eine Klammer in dieser Lage erhalten. Je nach Einstellung des entsprechend eingeteilten Pantographen kann die Zeichnung direkt in  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$ , im 1-, 2- und 3fachen der natürlichen Größe hergestellt werden. Ungleich alte und ungleich große Schädel, die miteinander verglichen werden sollen, hat z. B. BOLK (1915) mittels des Pantographen auf die gleiche Grundlinie gebracht (z. B. auf genau 100 mm Länge). Zur Zeichnung von Schädeln verwende man den Kubuskraniophor, der je nach der aufzunehmenden Norm gedreht und mit zwei Haken unten am Holzgestell befestigt wird.

Der Diopetrograph wird in größerem Maßstab mit rechteckiger Grundfläche (66 cm lang, 36 cm hoch und 40 cm tief) zur Zeichnung langer Knochen, Wirbelsäulen usw. hergestellt.

Ein neuerer Diopetrograph stammt von MOLLISON (1926) (Abb. 105). Auf dem ursprünglichen LUCASschen Zeichentisch mit einer Glasplatte sind zwei parallel übereinanderliegende Glasplatten angebracht, wobei das Objekt so dicht wie möglich unter der unteren Glasplatte liegt. Der Diopetrograph besteht aus dem Zeichengestell und dem Diopter, das auf drei kurzen Füßchen ruht. Das Gestell (aus Hartholz und vernickelten Messingstäbchen) kann für Transport und Reise zerlegt werden. Objektträger ist eine Aluminiumplatte mit vier zugehörigen Stiften; auf diese wird das Objekt mittels Plastilin befestigt. Auf der unteren Platte wird mittels Heftpflaster oder Leukoplast eine Gelatinefolie von der Stärke Nr. 6 festgehalten, auf die mit dem Federhalter gezeichnet wird. Das Okular des Diopeters hat eine Öffnung von etwa 1 mm, sein Objektiv einen Durchmesser von 45 mm; dieses ist mit einer Scheibe aus dünnem Spiegelglas verschlossen, die auf ihrer Innenseite einen eingeschliffenen und geschwärtzten Kreis von etwa 2,5 mm Durchmesser besitzt, der genau zentriert ist. Bei vorschriftsmäßigem Verfahren decken sich die Zeichnungen Strich auf Strich bei Kontrollwiederholung.

Handelt es sich darum, von Objekten, hauptsächlich von Schädeln und anderen Skeletteilen, Umrisszeichnungen in bestimmten Ebenen zu erhalten, so bedient man sich des Diagraphen (Perigraphen). Die Diagraphentechnik bedarf besonders im Hinblick auf die kraniographischen Aufnahmen einer eingehenden Beschreibung. Damit der Schädel, um den es sich hier in erster Linie handelt, in einer unveränderlichen Lage bleibt und damit die zu zeichnenden Schädelkurven einander genau parallel laufen oder senkrecht aufeinander stehen, ist es notwendig, ihn in einem Schädelhalter, z. B. dem Kubuskraniophor zu fixieren.

Der Diagraph (MARTIN) (Abb. 106) oder Perigraph (WETZEL) selbst besteht aus einer auf einer ovalen Fußplatte genau senkrecht befestigten graduierten Doppelstahllinie, an welcher zwei gleichlange, mittels Flügelschrauben in jeder gewünschten Höhe feststellbare horizontale Querarme angebracht sind. Der obere um seine Achse drehbare Arm, der sogenannte Weiser, hat die Form einer geschweiften Stahlnadel, während der untere abgekröpfte Arm, der Schreiber, an seinem freien Ende eine senkrecht gerichtete Metallhülse mit Bleistifthalter trägt. Dieser letztere ist mittels einer kleinen Schraube beliebig verstellbar und zum Schärfen des Bleistifts leicht herauszunehmen. Da die Spitze der Stahlnadel in jedem der beiden Arme stets senkrecht über der Spitze des Bleistifts steht, so wird jede Kurve, welche die obere Nadel an der Schädeloberfläche beschreibt, durch den Bleistift auf einem untergelegten Papier genau aufgezeichnet. Eine neuere Form des Diagraphen wird mit geraden Stifthaltern ausgeführt. Neuerdings hat S. SERGI (1950) das Diagraphenmodell nochmals verbessert, indem er es höher und den unteren Diagraphenarm ausziehbar, außerdem in Länge und Inklination durch eine Mikrometerschraube kontrollierbar gemacht hat.

Zur Ausführung von K r a n i o g r a m m e n (Schädelumrissen wie Diagraphenkurven) wird der Kubuskraniophor mittels zweier Klemmschrauben auf einer Granit-, Marmor- oder Glasplatte von ca. 75 cm Seitenlänge festgeschraubt, die ihrerseits durch 4 Kalandrierschrauben horizontal gestellt werden kann, und hierauf der Diagraph um den Kranophor so herumgeführt, daß die obere Nadel in einer bestimmten Ebene der Schädeloberfläche entlangstreicht. Dabei soll die Spitze der Nadel möglichst senkrecht auf die Schädelwand gerichtet sein. LANDAU (1908) hat die eben beschriebene Methode insofern geändert, als er auf den Kubuskraniophor eine Glasplatte mit Holzrahmen legt, auf welchem das Zeichenpapier mit Reißnägeln befestigt wird. Die Zeichnung wird daher statt auf der Marmorplatte oberhalb des Kubus ausgeführt, wozu es nur einer Umstellung

der beiden Arme und einer Erhöhung des Diagraphen bzw. einer Verlängerung seines vertikalen Stahllineals bedarf. Über die Kurvensysteme selbst vergleiche man das Kapitel über die kraniographische Technik.

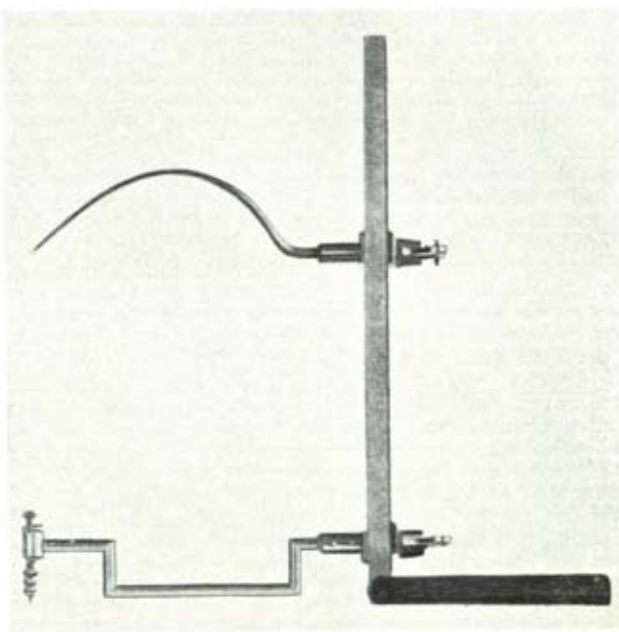


Abb. 106. Diagraph.

Statt des Diopetrographen und des Diagraphen wird auch, besonders in Frankreich, der von BROCA erfundene *Stereograph* (eine Verbesserung des ursprünglichen Kraniographen) verwendet. Die Konstruktion des Stereographen ist aber derart, daß er nur bei exakter Ausführung wirklich geometrisch genaue und wissenschaftlich brauchbare Bilder liefert.

Senkrecht zu einer Fußplatte ist ein Zeichenbrett gestellt, das von einem galgenförmigen Metallgestell überragt wird. An diesem ist der rahmenartige, in einem Scharniergelenk bewegliche und durch ein Gegengewicht leicht zu führende Zeichenapparat aufgehängt. Die untere Seite des Rahmens ist offen; die senkrechten Seitenarme desselben tragen an ihrem unteren Ende senkrecht dazu gestellte Hülsen, in die ein Bleistift bzw. ein Zeichenstift eingeführt werden kann. Da diese Stifte in einer Ebene liegen und senkrecht zur Fläche des Zeichenbretts gestellt sind, wird jede Stellung des Zeichenstifts durch den Bleistift auf einem auf dem Zeichenbrett aufgespannten Blatt Papier markiert werden. Stellt man daher auf die Fußplatte einen auf einem Kraniophor fixierten Schädel und umfährt an demselben irgendwelche Linien oder Konturen mit der Spitze des Zeichenstifts, so erhält man auf dem Papier eine geometrische Zeichnung des eingestellten Objekts. Da aber der Zeichenstift auch in seiner Hülse horizontal verschiebbar ist, kann man mit dem Stereographen nicht nur Umrißbilder zeichnen, sondern auch in gleicher Weise wie beim Diopetrographen alle Details der Schädelfläche zur Darstellung bringen. Alle diese Zeichnungen sind natürlich nicht perspektivisch, sondern streng geometrisch.

Einzelbefunde von Rißaufnahmen, etwa des Schädels, können auch zu Gruppenergebnissen, den sog. Gruppenrissen, zusammengefaßt werden. Hierzu ist jedoch die Orientierung der Einzelbefunde nach bestimmten Richtlinien erforderlich. Zur Orientierung von Rißzeichnungen, vor allem in



sagittaler, aber auch in horizontaler und vertikaler Schnitfführung, hat sich der von SOLLAS eingeführte Schwerpunkt der Reißfläche als zweckmäßig erwiesen.

Nachdem der Schädelriß gezeichnet ist, wird er auf Papppapier von etwa 1 mm Stärke durchgepaust. Dann wird auf der Pappe das Basion geradlinig mit dem Nasion und Opisthion verbunden und die so begrenzte Fläche ausgeschnitten. Diese Pappfläche wird mit einer sog. Stoßnadel möglichst nahe an ihrem Rand an einer beliebigen Stelle durchbohrt und senkrecht aufgehängt. Die Bohrung muß so groß sein, daß die Pappscheibe nun frei auspendeln kann. An der Stoßnadel ist an einem dünnen Faden ein Lot befestigt, das man nach dem Aufhängen der Pappscheibe auf der Nadel ganz dicht an die Pappfläche heranschiebt. So ergibt sich eine Schwerlinie der Pappscheibe. An dem der Aufhängestelle gegenüberliegenden Rand der Pappscheibe projiziert man nun einen Punkt des Fadenlots und verbindet diesen Punkt nach Abnahme der Scheibe mit dem Mittelpunkt der Bohrung. Eine zweite Bohrung am Rand der Pappscheibe wählt man so, daß die zweite Schwerlinie ungefähr senkrecht zur ersten verläuft. Der Schnittpunkt der beiden Schwerlinien ist der gesuchte Schwerpunkt. Eine dritte Schwerlinie, die zur Kontrolle bestimmt wird, muß, bei exakter Durchführung der Technik, genau durch den Schnittpunkt der ersten beiden Linien gehen. Die Pappscheibe wird nun auf die Reißzeichnung gelegt und genau angepreßt, der Schwerpunkt wird durchgestochen und auf der Zeichnung durch ein Kreuz markiert. Als zweites Orientierungsstück wurde ursprünglich das Basion gewählt (SOLLAS, KLAATSCH), später wählte SOLLAS aber die Winkelhalbierende vom Schwerpunkt zu den beiden Verbindungslinien mit Basion und Opisthion als Orientierungsachse (Hauptachse oder Foramino-Bregmaachse). Bei horizontalen Gruppenrissen können neben der Orientierung auf den Schwerpunkt die Individualrisse auch auf die Längsachse und deren Mittelpunkt projiziert werden. Da jedoch die Lage des Schwerpunkts zum Mittelpunkt der Längsachse unterschiedlich sein kann, ist die Orientierung auf den Schwerpunkt mit Parallelverschiebung der Längsachse oft zweckmäßig. Ähnliches gilt für den vertikalen Gruppenriß; deshalb wird auch hierfür die Orientierung auf den Schwerpunkt mit entsprechender Parallelverschiebung der Höhenachse empfohlen (BREITINGER).

Für manche Zwecke können auch Schattenrisse von Knochen (z. B. eines Unterkieferastes) verwendet werden.

Um sie herzustellen, bringt man in der Dunkelkammer den Knochen in der gewünschten Ebene möglichst dicht vor einem photographischen Papier (Gaslichtpapier) an und beleuchtet kurz mit einer punktförmigen Lichtquelle (kleine Bogenlampe) aus einer Entfernung von etwa 6 m oder mehr. Dabei können Ebenen mit angeklebten Stricknadeln bezeichnet werden (MOLLISON).

**Abdrücke.** Nicht nur Umrißbilder, sondern auch Abdrücke gewisser Körperteile sind für die anthropologische Forschung von Wert. Besonders das Hautleistenrelief der Palma und Planta kann auf diese Weise dem Studium leicht zugänglich gemacht werden. Dabei können Abdrücke des Tastleistensystems jedoch nur dann sicher beurteilt werden, wenn sie mit Sorgfalt hergestellt werden. Im Prinzip geht man (von einigen anderen Verfahren abgesehen) so vor, daß man die Haut mit einem halbfliessigen Farbstoff einfärbt und dann auf einem Blatt Papier abdrückt.

GEIPEL gibt (nach HEINDL, ergänzt durch unsere eigenen Erfahrungen und diejenigen anderer Autoren) folgende Vorschriften:

**Das Papier:**

Farbe: möglichst weiß, ohne Zeichnung oder Farbfasern.

Stärke: Etwa die Stärke des Kanzleipapiers.

Glätte: Möglichst glatt, ohne Rippen, aber kein Glanzpapier.

Leimung: Kein ungeleimtes Papier.

Festigkeit: Festigkeitsklasse 4.

Die Rückseite des Papiers muß stets völlig frei bleiben.

**Der Farbstoff zum Einfärben der Finger oder Handfläche:** Geeignet ist Druckerschwärze, die aber weder zu dick- noch zu dünnflüssig sein darf, etwa syrupdick und völlig gleichmäßig, möglichst blauschwarz. Im Handel als „Schwere



Farbe für Autotypie“ bezeichnet und zu haben. Verpackung in Tuben, Verdünnung nötigenfalls durch Leinölfirnis.

Noch besser ist die mit Wasser abwaschbare Stampofarbe. Soweit sie nicht erhältlich ist, gewinnen die von SCHÖTT, FISCHER, BÖÖK u. a. angegebenen, zum Teil älteren Verfahren, die die lästige Druckerschwärze vermeiden, neue Bedeutung.

Nach SCHÖTT wird auf eine Glasplatte eine etwa 0,1 mm starke Lanolinschicht aufgetragen und darauf die Hand bzw. die Finger abgedrückt. Der Abdruck wird dann auf der Schichtseite eines Planfilmes wiederholt, der mit Rodinal entwickelt, im sauren Wasserbad gewaschen und sauer fixiert wird. Nach 15 Minuten Lanolin mit Wattebausch entfernen und weiterfixieren, waschen und trocknen. Kopie auf hart arbeitendes Papier. FISCHER schlägt zur Vereinfachung vor, den Abdruck nicht auf Film, sondern auf ein einfaches glattes, nicht saugendes Papier zu bringen und dann mit 1 % Eosinlösung zu färben; Farbüberschuß mit Löschpapier absaugen, Trocknen auf planer Unterlage. Die Tastreifen erscheinen so weiß auf rotem Untergrund.

BÖÖK erprobt das Verfahren, die Fingerbeeren leicht mit weißer oder gelber Kreide einzufärben und auf einem der käuflichen Cellophanklebestreifen abzudrücken. Die Streifen werden getrocknet und dann wie ein Negativfilm weiterverarbeitet. Folgende Modifikation dieses Verfahrens hat sich praktisch bewährt (BAITSCH): Die trockenen Fingerbeeren einer Hand (notfalls mit Äther oder Alkohol entfetten) werden mit schwarzer Pastellkreide leicht eingefärbt. Von einer Rolle farblos transparenter Cellophanklebestreifen werden 10—15 cm abgezogen. Der Proband hält die eingefärbten Finger gespreizt (Hand in Supinationsstellung) dem Untersucher entgegen, der alle fünf Fingerbeeren nacheinander auf der Klebseite des Streifens abbildet (Vorteil der Supinationshaltung: Sichtkontrolle, besonders wichtig für randständige Triradien). Sofort nach Abnahme der Abdrücke werden die Streifen auf vorbereitete Zähl- oder Karteikarten aufgezogen. Abdrücke seltener Muster, die für eine Reproduktion in Frage kommen, werden nicht auf Papier, sondern auf einen sauberen Objektträger oder eine schichtlose Foto-(Dia-)platte aufgezogen; Weiterverarbeitung direkt als Negativ für einen fotomechanischen Kontaktabzug (auf Agfa-Lupex, extrahart) oder als Dia zur Projektion. Reste der Farbe auf den Fingerbeeren lassen sich mit einem feuchten Tuch leicht entfernen. Die Anfertigung von Handabdrücken erfordert, vor allem beim Ausziehen der Klebestreifen, etwas mehr Übung; der Arbeitsgang ist prinzipiell jedoch der gleiche. Erfahrungsregeln: Farbe gleichmäßig und nicht zu dick auf trockene Haut auftragen! Feuchte und fette Haut verschmieren die Farbe, Schweiß zersetzt den Klebstoff, Klebestreifen nicht zerreißt; da Material dehnbar, entstehen leicht Formveränderungen, die bei der Bestimmung des Formindex zu Fehlern führen. Andererseits fallen die bei den herkömmlichen Abdruckverfahren durch unsachgemäßes Abrollen nicht immer zu vermeidenden Deformierungen als Fehlerquellen hier weg. Cellophan ist anscheinend hygroskopisch; um das oft zu beobachtende Rollen der Streifen zu verhindern, empfiehlt es sich, mit einer scharfen Rasierklinge den aufgeklebten Streifen in 3—5 cm lange Teilstücke zu zerlegen. An Materialien haben sich bewährt: Günther-Wagner-Pastellkreide Sorte 460/18 schwarz, Cellophanklebestreifen Breite 25—40 mm in Abrollkapseln der Firma KALLE-Co., Wiesbaden (handelsüblich). Bisher noch nicht handelsübliche überbreite Streifen (ca. 100 mm) für Hand- und Fußabdrücke wurden als Sonderanfertigung für Versuchszwecke von der Firma KALLE-Co. dankenswerterweise zur Verfügung gestellt.

ERHARDT gibt, auf Anregung von MOLLISON, folgende, leicht selbst herzustellende Farbmischung an, die leicht wieder von den Händen entfernt werden kann: Es wird Elfenbeinschwarz (5 g) (als Temperafarbe im Handel) mit Glycerin (3 ccm) vermischt und in Tuben gefüllt. Diese können auf einer Reise leicht mitgenommen werden. Vor Gebrauch wird eine geringe Menge der Farbe mit einer kleinen Walze auf einer Glasplatte sehr dünn verrieben. Die Versuchsperson drückt nun die Hand (bzw. den Fuß) auf die Glasplatte, hebt sie ab und setzt sie dann auf ein danebenliegendes Blatt Papier (am besten geleeimtes Papier, kein fließendes Papier!). Die einzelnen Finger werden auf der Glasplatte und dann auf dem Papier abgerollt. Der Untersucher kann nun jeden Abdruck sofort prüfen und weniger gute Abdrücke wiederholen. Die so gewonnenen Abdrücke zeigen alle Einzelheiten. Ein sofortiges Zusammenlegen der Blätter ist möglich, da die Farbe sehr rasch trocknet und sogar bei sofortigem Verreiben nicht wesentlich verwischt. Die Farbe an den Händen und Füßen der Versuchsperson kann ohne weiteres (auch ohne Seife!) abgewaschen werden. Ein Gemenge von K i e n r u ß (1 g), Gummi arabicum (6 g), Glycerin (6 ccm) und Wasser (2 ccm) bietet bei gleicher Anwendung denselben Vorteil.

BETTMANN empfiehlt für die feinere Beobachtung, wie sie vor allem in der Hautklinik oft gefordert wird, den Abdruck mit besonders zäher Druckerschwärze direkt auf Glasplatten zu übertragen, die dann nach Trocknen der Schwärze als Dauerpräparat oder für die photographische Reproduktion verwendet werden können. Die direkte Beobachtung der Leistenbilder mit dem Haut- oder Kapillarmikroskop erfordert oft eine beson-

dere Färbung: BETTMANN läßt vor dem Auftragen des Cedernöls Druckerschwärze in die Haut einziehen, JÜRGENSEN gibt auf die Haut eine Verreibung von Cedernöl mit dem Material von Hautstiften. Die Höhenkämme werden bei diesem Verfahren weniger von dem Niederschlag bedeckt als bei der BETTMANNschen Schwärzungsmethode. Für die Beobachtung der Kapillaren ist die Methode von JÜRGENSEN vorzuziehen. Bei der Färbung mit Anilinfarben treten die größeren Kontraste zurück, Einzelheiten (die sonst verdeckt werden) kommen dagegen besser zur Geltung. Die angegebenen Verfahren der direkten Färbung und Beobachtung können Bedeutung erlangen bei der Beurteilung und Zählung von Zehenbeerenmustern, die oft nicht abgedrückt werden können (KEITER, STEFFENS).

P. M. KRETSCHMER benutzt für die Abbildung der Hautoberfläche folgendes Verfahren: Der zu erfassende Hautbereich wird mit einer frischen 3%igen  $H_2O_2$ -Lösung gut, jedoch nicht gewaltsam eingerieben. Temperatur der Lösung etwa wie Körpertemperatur. Überstehendes  $H_2O_2$  wird dann mit einem zweiten Tampon sorgfältig abgenommen. Auf die so vorbereitete Haut wird ein Stück Röntgenfilm (etwa  $4\frac{1}{2} \times 6$  cm Agfa-Superspezial oder Agfa-Durofilm) aufgelegt und mit Pappe oder Sperrholz etwa 30—40 Sekunden lang angepreßt. Sodann erfolgt unmittelbar die übliche photographische Weiterbehandlung des Films. Voraussetzung für das Gelingen der Aufnahme ist eine saure Reaktion der Haut. Waschen mit Seife kurz vor der Aufnahme ist also streng zu vermeiden, da sonst keine oder nur sehr schlechte Abbildungen der Haut erfolgen.

Bei Verwendung von Druckerschwärze als Farbstoff weiter:

**Die Farbplatte:** Glasplatte oder wegen der Zerbrechlichkeit verzinnntes Eisenblech von hoher Glätte, nach dem Gebrauch mit Terpentinöl, Benzin, Petroleum zu reinigen, noch besser Tetrachlorkohlenstoff, weil nicht brennbar.

**Die Farbwalze:** Aus Gelatine oder Glyzerin hergestellte Walze, Hartgummi ist weniger zu empfehlen. Größe: 5—10 cm breit und 3—4 cm dick. Reinigung wie oben.

Das Auftragen der Druckerschwärze darf nicht zu dick erfolgen, d. h. die Farbe muß gleichmäßig und hauchdünn ausgewalzt werden.

Die Geräte sind immer gegen Staub zu schützen und gut zu reinigen.

Um die Fingerabdrücke herzustellen, faßt man etwa den Daumen der rechten Hand des Prüflings so mit der eigenen rechten Hand, daß man damit leicht eine rollende Bewegung um die Längsachse des Daumens ausführen kann, setzt nun den Daumen mit seiner linken (also radialen) Seite auf die Farbunterlage und rollt ihn nach der rechten (also ulnaren) Seite ab, ohne wesentlichen Druck anzuwenden. In der gleichen Weise rollt man jetzt sofort den Daumen auf dem Papier, und zwar am Rand des Blattes ab, indem man jede stärkere Druckenwendung oder Wischbewegung vermeidet. Der Abdruck ist als gelungen zu bezeichnen, wenn die vorhandenen Deltas deutlich zu erkennen sind und nach Möglichkeit auch die höchste Leiste des Musters, die Grenzlinie, die das Muster von den Mantelleisten schneidet, vollständig vorhanden ist. Wichtig ist, alsbald die dem Finger zukommende Nummer daran zu schreiben, hier also R (rechts) I. Genau so verfährt man mit den anderen vier Fingern, wobei nun das R fortbleiben kann. Die Vermeidung des den Abdruck entstellenden Muskeldruckes erreicht man am ehesten, wenn man mit der linken Hand das Papierblatt auf einer Unterlage von gleicher Größe (Pappdeckel oder Brettchen) festhält und beides, frei in der Hand haltend, von unten an den Finger des Prüflings heranbringt. Rollt man stattdessen den Finger auf dem am Tisrand liegenden Papierblatt ab, so ist die Vermeidung falschen Druckes um so schwerer. Nach einiger Übung pflegt das beschriebene Herstellungsverfahren zu gelingen.

Für die Abzählung der Leisten, also die Bestimmung des quantitativen Wertes, ist falscher Druck nicht allzu nachteilig, wohl aber für die Bestimmung des Formindex, der Breite und Höhe des Musters fehlerfrei enthalten muß. Auch ist für die Feststellung der Höhe die oberste Leiste des Musters, die Grenzlinie, notwendig. Der Prüfling muß dazu angehalten werden, seine Hand ohne Muskelspannung zur Verfügung zu stellen.

Bei der Abnahme der Abdrücke der linken Hand ist Wert darauf zu legen, daß die Abrollung auch hier von der radialen nach der ulnaren Seite, d. h. von der Daumen- nach der Kleinfingerseite der Hand erfolgt. Unrichtige Abrollung führt zu Fehlern in der Beurteilung des Abdruckes.

Für die Herstellung des Abdruckes der Handflächen ist folgendes zu beachten: Der Hersteller veranlaßt den Prüfling, die innere Handfläche auf die Farbunterlage zu legen und dabei durch lockeres Spreizen der Finger den Handteller nach Möglichkeit abzuflachen, und zwar unter Vermeidung jeder wischenden Bewegung. Der Hersteller übt nun einen leichten Druck auf die Mitte der Hand von oben aus, damit der Handteller sich sanft durchbiegt und so auch die in der Tiefe des Handtellers liegenden Handleisten und Beugefurchen Farbe aufnehmen. Nun wird die Hand senkrecht nach oben aufgehoben und von oben auf das Papierblatt gelegt. Auch hier muß ein sanfter Druck des Herstellers nachhelfen und jede wischende Bewegung vermieden werden. Das Papierblatt bleibt also bei dieser Herstellung auf dem Tisch liegen. Der Abdruck ist gelungen,



wenn Mitte und Rand, namentlich der an den Fingerwurzeln liegende Teil, klar abgezeichnet sind. Eine abrollende Bewegung wird also diesmal nicht ausgeführt. Falls die Hohlhand des Prüflings so vertieft gekrümmt ist, daß sie durch Druck von oben nicht hinlänglich abgeflacht werden kann, so hilft man sich auf folgende Weise:

- a) Man fertigt aus Watte oder Mull ein kleines Polster, das in die Hohlhandvertiefung paßt, und legt dieses unter das Papier, oder
- b) man läßt den Prüfling die eingefärbte Handfläche nach oben halten und legt das Papierblatt darauf. Nun rollt man mit einer ungefärbten Walze einmal über die Rückseite des Papiers, und zwar am besten von der Fingerwurzel nach dem Handgelenk hin. Der wichtigste Teil des Abdrucks sind ja die Zwischenfingerballen; erst nachher kommen die an der Handwurzel gelegenen Ballen in Frage.
- c) SANDERS (Holland) schlägt die Verwendung einer Flasche vor, um die das Papier herumgelegt wird. Rollt man dann die Flasche mit Hilfe der abzubildenden Handfläche über den Tisch, so sind auch gute Abdrücke zu erzielen.

Sind Hände und Finger von Schweiß feucht, so müssen sie vor dem Einfärben abgeseift, gut getrocknet und, wenn dies noch nicht hinreicht, mit Alkohol angerieben, dann sofort eingefärbt und abgedrückt werden.

### c) Plastische Reproduktion

**Abgüsse.** Zum Abformen irgendwelcher Körperteile des lebenden sowie von toten Objekten findet seit ältesten Zeiten der Gips Verwendung. Man gebraucht für den Abguß (Hohlform oder Matritze) nur einen guten Modellgips, für den Ausguß feinsten Pariser Gips (Alabastergips). Besonders bei Gesichtsabgüssen von Lebenden bediene man sich eines ganz reinen Gipses bester Qualität, da alle schlechteren Sorten sich stark erwärmen und unter Umständen Brandwunden erzeugen können. Schlechter Gips bindet außerdem unvollkommen und wird nicht hart.

Um den Gipsbrei zum Abguß zuzubereiten, füllt man ein gewölbtes Blech- oder Emaillebecken mit hohem Rand annähernd bis zur Hälfte mit kaltem Wasser. Hierauf streut man mit einem Blechlöffel oder durch die Finger der Hand so lange von dem Gipspulver auf das Wasser, bis kein Pulver mehr versinkt, sondern trocken aufzuliegen beginnt. Dann rührt man sorgfältig mit flachem Löffel oder Spachtel die ganze Masse so lange um, bis eine rahm- oder honigartige Konsistenz erreicht ist. Vorteilhaft ist es, den Gipsbrei für den Abguß durch Zusatz von etwas Ocker leicht gelblich zu färben, weil man dann den Ausguß beim Ausmeißeln leicht vom Negativ unterscheiden kann. Will man das Erstarren des Gipses beschleunigen, so füge man etwas Kochsalz oder Alaun (5–6 %) dazu; Leim oder Kleisterwasser, auch Bier, verlangsamten dagegen diesen Prozeß. Nachträgliches Verdünnen des Gipses mit Wasser nimmt ihm seine Bindekraft. Damit der Gips seine Fähigkeit des raschen Erstarrens bewahre, muß er in gut geschlossenen Blechgefäßen aufbewahrt werden.

Man verfertigt am besten Halb- oder Reliefformen. Am wichtigsten sind in dieser Hinsicht für den Anthropologen die Gesichtsmasken, die direkt vom Lebenden abgenommen werden. Totenmasken, d. h. Gipsabgüsse von Leichen, sind für anthropologische Zwecke von viel geringerem Wert, weil die schlaffen Hautdecken der Leiche durch die Schwere des Abgusses stark zusammengedrückt und besonders bei Rückenlage verschoben werden. Dadurch zeigen Totenmasken die Leichenphysiognomie in noch verstärktem Maße, d. h. sie geben die Gesichtszüge des Lebenden nur mehr oder weniger entstellt wieder; es muß als verfehlt bezeichnet werden, nach Totenmasken direkt Porträtbüsten herzustellen.

Auch die Gesichtsabgüsse Lebender können, besonders wenn der Abguß zu schwer gemacht wird, die Physiognomie leicht verändern; am häufigsten kommt ein leichtes Abwärtsrücken der Nasenspitzen und dadurch eine Veränderung des Nasenrückenprofils und eine geringe Abflachung der Lippen vor. Durch leichteren Gipsauftrag lassen sich aber auch diese unbedeutenden Modifikationen vermeiden.

Vor dem Auftrag des Gipsbreies muß der abzuformende Körperteil entsprechend vorbereitet werden. Um einen Gipsabguß herzustellen, setzt man das betreffende Individuum bequem auf einen Stuhl oder eine Kiste mit stark geneigter Rückenlehne (Brett). Um den Kopf und Hals lege man ein zusammengebundenes etwas angefeuchtetes Tuch, das die Grenzen des Abgusses bestimmt. Oben nehme man noch einen Teil der Stirnhaare mit, seitlich lege man die Grenze an den Vorderrand des Ohres, unten unter den



Oberrand des Kehlkopfes. In die Ohren bringe man ein wenig Watte. Man kann anstatt des Tuches auch einen Karton in bestimmter Form ausschneiden und um das Gesicht herumlegen.

Behaarte Stellen (Stirn, Haargrenze, Augenbrauen, Augenwimpern und Bart) müssen tüchtig mit Vaseline eingefettet werden; nicht behaarte Stellen öle man nicht, da das feinere Hautrelief sonst verloren geht. Stärkere Härte müssen nach der Einlage von Wattenbäuschen ganz mit Schmierseife, Schmalz oder Ton überstrichen und plastisch modelliert, unter Umständen sogar unterbaut werden, damit sie nicht durch die Schwere des Aufgusses zusammengedrückt werden. Verwendet man Ton, so ist noch ein Überguß mit Öl oder Schmierseife notwendig. Will man diese ganzen Prozeduren vermeiden, so kann man auch stark eingeeöltes, dünnes, sich leicht anschiebendes (japanisches) Seidenpapier über die behaarten Stellen legen, doch wird man auf die feinere Modellierung dann verzichten müssen. Man warne das Individuum vor irgendwelchen Bewegungen der Gesichtshaut, vor dem Zusammenknäuen des Mundes und der Augen, vor Schluckbewegungen usw., da sonst der Gesichtsausdruck unnatürlich wird und die Gipsform leicht Risse bekommt.

Hat der Gipsbrei die oben angegebene rahmartige Konsistenz erreicht, so bringt man ihn langsam mittels eines Löffels oder Pinsels, mit der Stirn beginnend, über das Gesicht, vorsichtig darauf achtend, daß keine Luftblasen entstehen und daß alle Hautteile mit dem Gips in Berührung kommen. Die Lochfläche der Nase läßt man der ungehinderten Atmung wegen am längsten frei. Ein Einführen fester Röhren in die Nasenlöcher ist unnötig. Sollte etwas Gipsbrei in die Nase kommen, so kann er leicht durch stärkere Expiration oder mittels eines Spatels entfernt werden. Man instruiere den Abzugießenden vorher in diesem Sinn und verabrede mit ihm gewisse Zeichen mit der Hand, durch die man sich verständigen kann. Ist das Gesicht mit einer 4–10 mm dicken Gipschicht überzogen, so verstärke man die Maske durch Auftragen größerer Mengen, bis sie ringsum ca. 25–30 mm dick ist.

Erwärmt sich die Masse und ist bereits etwas erstarrt, so läßt man das Individuum leichte Bewegungen mit der Gesichtshaut ausführen, wodurch diese sich an vielen Stellen von dem Gips löst. Gleichzeitig sucht man von außen her, zunächst am Rand, indem man mit den Fingern die Haut etwas zurückschiebt, durch Hebeln und Hin- und Herheben die Maske an allen Seiten zu lösen, bis sie sich schließlich von unten nach oben ganz abnehmen läßt.

Gefäße, Instrumente und Pinsel sind nach dem Abguß sofort zu reinigen.

Schwieriger ist das Abformen von Körperteilen, die eine ringsum geschlossene Form erfordern, z. B. der Hand oder des Fußes. Hier muß man Teilformen herstellen, die später zum Zweck des Ausgießens wieder zusammengesetzt werden. Um z. B. eine Hand abzugießen, nimmt man ein Brettchen oder einen festen Karton entsprechender Größe als Unterlage und umgrenzt ihn 5–6 cm hoch mit Ton oder mit nassen, zusammengewickelten Tüchern; hierauf füllt man bis zu einer Höhe von 3 cm Gipsbrei ein, bepinselt auch die Palma ganz dünn mit Gipsbrei und läßt nun die Hand so weit in die Masse einlegen, daß die letztere bis zur weitesten Ausladung des Profils reicht, d. h. daß nur noch die obere Handfläche frei und sichtbar bleibt. Hierauf lege man, von der Handwurzel beginnend, einen starken, aber doch geschmeidigen, eingeeölten Seiden- oder Zwirnfaden so um die Hand herum, daß er sich überall der Kontur anschließt und am Handgelenk noch 10–20 cm lang frei heraushängt. Dann öle man den meist behaarten Handrücken leicht ein, übergieße ihn ebenfalls mit Gipsbrei und reiße, wenn der Gips etwas zu erstarren beginnt, den Faden seitwärts ringsherum heraus. Auf diese Weise zerschneidet man die Gipsform in zwei Teile. Das Abheben der Form erfolgt wie oben beschrieben, evtl. unter Zuhilfenahme eines stumpfen Meißels. Später füge man die beiden Fußstücke zusammen und umwickle sie mit einem starken Bindfaden. Zum Zweck des Ausgießens muß die kleine Spalte noch mit Ton ausgestrichen werden, damit kein Gipsbrei herausdringen kann. Der Abguß eines Fußes erfordert eine dreiteilige Form, nämlich eine Fußplatte und zwei Seitenstücke. Die Trennungslinie für die letzteren läuft vorn über die Höhe des Fußrückens und die vordere Schienbeinkante, hinten über die Wade, Achillessehne und Ferse. Fußabgüsse macht man am besten am freigehaltenen Fuß, weil durch Belastung der Gipsbrei leicht unter dem Fuß weggetreten wird.

Abgüsse der Hand und des Fußes geben außer den allgemeinen Formverhältnissen auch ein schönes Bild des Hautleistenreliefs und sind daher auch für die Erforschung dieser Verhältnisse von großem Wert.

Das Abgießen von Körperteilen mit vielen Überschneidungen ist schwieriger. Hier bedient man sich sogenannter Keilformen, d. h. einer Reihe von Abgußstücken, die nacheinander hergestellt werden, ein Verfahren, das sich nur sehr umständlich beschreiben läßt und das man sich praktisch bei einem Kunstformer aneignen muß. Abgüsse des vollständigen Körpers können nur von ganz Geübten ausgeführt werden. Gipsformen kann

man, besonders für Reisen, transportabler und weniger zerbrechlich machen, wenn man während des Abgießens in den Gipsbrei Hanfstränge einlegt. Man achte nur darauf, daß sie nirgends zutage treten. Von allen abgegossenen Körperteilen notiere man sich genau die Hautfarbe (auch die Haarfarbe) zum Zweck einer späteren naturgetreuen Bemalung der Abgüsse.

Von den gewonnenen Negativen, Matrizen, können Gipsausgüsse, Positive, hergestellt werden, aber erst, nachdem der Gips ganz erstarrt und erkaltet ist. Damit sich die beiden Formen voneinander lösen, ist es notwendig, das Negativ etwas mit Schmierseife oder dünnem Öl einzufetten, oder in eine starke Sodalösung (*Sodium carbonatum*) einzutauchen. Dann füllt man das Negativ unter beständigem Hin- und Herbewegen mit ziemlich dünnflüssigem rahmartigen Gipsbrei und läßt denselben erstarren. Will man einen Ausguß (z. B. eine Gesichtsmaske) später aufhängen, so lege man vor dem Erstarren eine Drahtöse ein. Nach einer halben Stunde sprengt man dann das Negativ mittels eines Meißels vorsichtig in Stücken ab (sogenannte verlorene Form). Der Ausguß sollte an der Rückenseite durch Einritzen in frischem Zustand bezeichnet werden und muß dann an der Luft austrocknen.

Gipsabgüsse, vor allem solche von Knochen, kann man sehr hart machen, wenn man sie 5—10 Minuten lang in flüssigen Schwefel legt, dem eine Mischung von Pech und Antimonsulfid zugesetzt ist, um ihnen eine natürliche Färbung zu geben. Man bereitet sich eine Mischung von 5 Teilen Pech und 0,2 Antimonsulfid, von der man dem Schwefel einen kleinen Teil beifügt. Die Tränkung mit Kaliumborat und Barythydrat (v. DECHENDSches Verfahren) ist nicht empfehlenswert, weil es sich hier um eine wässrige Lösung handelt, die die Konturen beeinflusst. Zur Konservierung von Gipspositiven, durch die auch die Reinigung mit Wasser ermöglicht wird, kann man auch eine 4%ige Lösung von Zaponlack verwenden. Die Gipsabgüsse müssen aber absolut trocken sein und werden dann einfach in die Lösung eingetaucht oder mittels weichen Pinsels mit derselben bestrichen. Ansammlungen von Flüssigkeiten in den Tiefen werden durch Aufsaugen mittels eines reinen leinenen oder baumwollenen Lappens entfernt. Der Pinsel ist nach Gebrauch mehrmals in kleineren Mengen Amylacetat auszuspülen. Etwa auftretendes Glänzen verschwindet nach kurzer Zeit (RATHGEN, 1904).

Will man mehrere Abgüsse anfertigen, so ist es notwendig, von dem gewonnenen Positiv ein Leim- oder Schellacknegativ anzufertigen. Zur Herstellung einer solchen elastischen Leimform bedecke man das auf ebener Unterlage liegende Positiv lose mit Töpferton, der zu 3—5 cm dicken Platten ausgeschlagen ist, und glätte die Schicht an der Außenseite. Dann formt man darüber aus dickem Gipsbrei einen festen Gipsmantel, nimmt ihn nach dem Erstarren ab und entfernt den Ton vom Positiv und aus der Gipsschale. Die beiden letzteren werden dann mit Leinölfirnis eingepinselt. Am höchsten Punkt der Gipsschale macht man ein genügend großes Gußloch und an den Seiten mehrere kleinere Luftlöcher. Ehe man zum Ausguß schreitet, werden dann Positiv und Gipsschale wieder eingefettet, in die richtige Lage übereinander gebracht und an der Fuge mit Ton bedeckt. Der in einem Wasserbad bis zu mittlerer Dicke eingekochte, mäßig warme Kölnerleim (nur gute Qualität) wird hierauf durch das Gußloch vorsichtig eingegossen und die Luftlöcher werden mit Ton geschlossen, sobald der Leim auszufließen beginnt. Dann fülle man solange Leimmasse ein, bis sie im Gußrohr stehen bleibt. Eine sehr geeignete Leimmasse wird auch in folgender Weise hergestellt: 1 kg Leim in Tafeln wird 2 Stunden im Wasser quellen gelassen; diese Masse muß dann abtropfen und über Nacht in einer bedeckten Schale stehen. Am anderen Tag wird sie eingeschmolzen und werden noch 700 g Glyzerin und 150 g Gelatine blattweise trocken zugesetzt. Die so gewonnene Masse ist sehr fein und elastisch. Nach 12 Stunden kann das Ganze auseinandergenommen, die Fettschicht durch Auspinseln mit Talgpulver entfernt und die Leimform einige Male gefirnißt werden. Hierauf ist sie zur Herstellung von mehreren Gipspositiven verwendbar. Nicht mehr gebrauchte Leimformen können zerschnitten und von neuem eingekocht werden. Kleinere Knochen taucht man einfach ein in Leim- oder Gelatinelösung, läßt die Masse erstarren und schneidet sie nachher in zwei oder mehrere Stücke auseinander. Im Innern wird die Leimform dann mit Firnis überzogen, wieder zusammengesetzt und mit Gipsbrei ausgegossen.

Für anthropologische Zwecke brauchbarer als der Gipsabguß ist ein Gelatine-Glyzerin-Abguß (Methode CATHCART-RITSCHL, 1890). Die Ausgußmasse wird aus ordinärer Gelatine hergestellt, von der man ungefähr ein Viertel der zu verwendenden Masse kurze Zeit in Wasser quellen läßt. Diese verflüssigt man auf dem Wasserbad und fügt blattweise die übrige Menge Gelatine bei. Ist die ganze Masse geschmolzen, gibt man ungefähr die gleiche



Gewichtsmenge Glycerin hinzu, bis die Masse sich wie dicker Syrup gießen läßt.

Den europäischen Fleischtön erreicht man dadurch, daß man pulverisiertes Zinkoxyd mit Glycerin in einer Reibschale anreibt und soviel Zinnober beifügt, bis ein hellrosafarbener Ton erreicht ist. Von dieser Mischung füge man jedoch nur so viel dem Gelatine-Glycerin bei, bis dieses eine weißlich-gelbe Färbung anzeigt. Überfärbung gibt ein ganz unnatürliches rotes Inkarnat.

Vor dem Ausgießen stelle man, um Blasenbildung möglichst zu vermeiden, die Masse einige Minuten vom Feuer, überziehe dann damit die Gipsform zunächst mittels eines großen Pinsels und gieße erst später das Ganze aus. Erst nach vollständigem Erkalten kann der Gelatineabguß herausgenommen werden. Solche elastischen Gelatineabgüsse kann man mit nichtdeckenden Aquarellfarben vollständig lebenswahr bemalen. Sie müssen unter Glas aufbewahrt werden und haben nur den einen Nachteil, daß sie durch Verdunsten des Wassers etwas schrumpfen, also für Messungen nicht verwendbar sind. Man kann den Schrumpfungsprozeß vermindern, wenn man in den Kern des Ausgusses ein festes Material, z. B. Hirsekörner, einfügt.

POLLER berichtete 1928 über ein Verfahren, durch welches Abformungen naturgemäß und einfach zu machen sind und gab dazu eine vorzügliche technische Anleitung, gemeinsam mit FETSCHER und ECONOMO 1931: Das POLLER'sche Verfahren zum Abformen, URBAN-SCHWARZENBERG, Berlin-Wien. Nach seiner Methode ist es möglich, mittels neuer Abformmassen (Negokoll, Hominit und Celerit, hergestellt von E. SCHWARZ vormals APOTELA AG Zürich, zu beziehen durch F. PICKNES, KG, Berlin SW 68, Friedrichstraße 209) Körperteile und ganze menschliche Körper samt dem feinsten Hautrelief naturgetreu wiederzugeben; das alte Abformverfahren mit Gips hat den neuen Methoden gegenüber eigentlich nur noch historisches Interesse.

Nach diesem Verfahren wird eine Negativmasse, das Negokoll, nachdem sie aufgekocht wurde, in noch warmem Zustand auf das Objekt aufgetragen. Besondere Vorbereitung der Haut ist nicht notwendig, auch nicht der Haare, deren Gesamtcharakter die Masse gut wiedergibt. Die Masse löst sich nach dem Erkalten auch bei starken Unterschneidungen leicht ab und gibt die feinsten Einzelheiten wieder. Eingelegte Drähte verhindern eine Formveränderung nach dem Abnehmen. Die Hohlform wird mit einer geschmolzenen Positivmasse, dem Hominit, ausgepinselt, und eine zweite Schicht mit eingelegten Gaze-Stücken hinzugefügt, sowie eine dritte aus einer schwerer schmelzbaren Masse, dem Celerit. Die Anfertigung der Positivform kann verbilligt werden, indem man die erste Schicht mit Hominit herstellt, die Verstärkung jedoch in 1—3 Schichten mit einer Positivmasse aus 300 g Sterin, 1000 g pulverisiertem Harz und 400 g Schlammkreide ausgeführt wird. Die Negativmasse kann nach Zerkleinerung und Aufkochen immer wieder verwendet werden, ist also sehr sparsam. Die Positive können sehr naturgetreu mit Öl- oder Temperafarben eingefärbt werden. Eine ähnliche Negativ-Masse Formalose liefert PLASTO-SCHMIDT & Co., Mannheim, P 4, 10.

SCHRANZ modifizierte das Verfahren, indem er zwischen die einzelnen Schichten der Negativmasse mehrere Mullschichten einfügte. Dadurch kühlt die Negativmasse rascher ab.

Abgüsse des Gebisses stellt man am besten mit den von den Zahnärzten gebrauchten metallenen Abdrucklöffeln her, die man mit einer plastischen Masse — Gips, Kerrsche Masse oder Stents (letzteres aus Amerika eingeführte Abdruckmasse) — gefüllt hat.

Man drückt die Masse fest in den Ober- bzw. Unterkiefer ein und macht von dem dadurch erhaltenen Negativ durch Ausgießen mit Gips ein Positiv. Will man solchen



Gebißabgüssen ein lebenswahres Aussehen geben, so daß die Zähne deutlich hervortreten, so bestreicht man die Weichteilflächen mit folgender Farblösung: Man menge etwas Bleiweiß und eine bedeutend geringere Menge Zinnober (Vermillon) mit guter Gummiarabicum-Lösung, bpinselt damit den gut ausgetrockneten Abguß und überstreicht ihn nach einigen Stunden mit Spirituslack.

Für Untersuchungen über die Form des Zahnbogens eignen sich auch Abdrücke in Bienenwachs. Selbstverständlich sind solche Abdrücke nur dann geeignet, wenn sie nicht länger aufgehoben werden müssen, da sie relativ leicht durch Temperatur oder Druck verändert werden können.

Auf einer festen Unterlage (am besten eine kleine Plexiglasplatte) wird eine etwa 5 mm dicke Wachsschicht ausgerollt, die dann mit der Unterlage zusammen in den Mund eingeführt und gegen den Zahnbogen gedrückt wird.

Handelt es sich darum, den Abguß eines Hohlraumes (Schädelhöhle, Orbita) oder irgendeines verborgenen Kanales, dessen Form, Größe und Durchmesser man studieren möchte, herzustellen, so bedient man sich dazu wieder am besten einer Leim- oder Gelatinelösung oder des Negokolls. Gips kann nur in denjenigen Fällen verwendet werden, in welchen die Masse leicht herauszunehmen ist. Man muß auch hier vor dem Ausguß zunächst die größeren Öffnungen mit Ton verschließen und die kleineren Öffnungen und die Poren mittels eines Pinsels mit einer Kollodiumschicht überziehen. Dann bestreicht man die ganze Innenfläche mit Öl oder Seife, damit die Ausgußmasse nicht daran festhaftet. Ist die letztere erstarrt, so nimmt man sie sorgfältig, bei sehr kompliziert gebauten Hohlräumen unter Umständen sogar in Stücken, die wieder zusammengesetzt werden können, heraus. Der Ausguß wird seine Form nicht mehr verändern und kann lange, am besten in Öl, aufbewahrt werden.

Ausgüsse können auch zweckmäßig mit dem gewöhnlichen Koch-Agar-Agar, der sehr rasch erstarrt, gemacht werden (ADACHI, 1904). Sollen z. B. Ausgüsse der Orbita hergestellt werden, so schließt man zuvor Spalten und größere Löcher mit Plastilin und erhöht auch dammartig den Orbitalrand mit der gleichen Masse. Agar-Agar läßt man  $\frac{1}{2}$  bis 2 Stunden in Wasser quellen, erwärmt es, bis ein ganz dicker gleichmäßiger Brei entsteht, den man bis nahe zum Erstarren erkalten läßt. Diese Masse gießt man dann rasch und vorsichtig in die Orbita bis über den eigentlichen Rand hinaus. Nach dem völligen Erstarren können überschüssige Teile leicht mittels eines kleinen Messers abgetragen werden.

Um den Ausguß ganz herauszunehmen, drückt man etwas auf die obere Fläche desselben, wodurch sich die Masse von den Wänden der Orbita löst. Hierauf fährt man mit einem kleinen stumpfen Spatel (Griffende eines Skalpells) dicht an dem äußeren Orbitalrand in die Orbita hinein, ohne einen Druck auf die Masse selbst auszuüben, wodurch sich der Ausguß ganz von selbst unbeschädigt heraushebt. Zur späteren Orientierung des Ausgusses kann man vor der Herausnahme 4 Punkte durch schwarze Tupfen markieren. Man kann selbst Achsen durch den durchsichtigen Ausguß legen, indem man in der gewünschten Richtung eine Nadel durchsticht, auf deren Ende einen Tropfen roter Tinte aufsetzt und die Nadel langsam herauszieht. Es folgt die Tinte infolge der Kapillarität der Nadel und zieht eine deutliche rote Linie. Solche Ausgüsse geben die feinsten Details des abgegossenen Hohlraumes bzw. seiner Wandungen wieder. Agar-Agar-Ausgüsse können nur in Flüssigkeit aufbewahrt werden; es empfiehlt sich daher, davon ein Agar-Agar- oder ein Gipsnegativ und dann ein Gipspositiv herzustellen. Zu diesem Zweck ist das Agar-Agar-Positiv vor dem Guß mit Öl oder dicker Seifenlösung (ohne Schaum) zu bestreichen, Orientierungslinien kann man durch aufgebundene feine Fäden auch auf das Negativ und das definitive Positiv übertragen.

Um sich über die Querschnittsform langer Knochen an ganz bestimmten Stellen zu orientieren, legt man um den Knochen einen Wachsring, der später mit Gips ausgegossen wird (FISCHER, 1906).

Man schmilzt in einem Schälchen gelbes Wachs mit etwa  $\frac{1}{5}$  Paraffin, knetet die erkaltete Masse (mäßig erwärmen bis zur Knetbarkeit) zu einem ungefähr 2 cm breiten, 3—4 mm dicken und 5—10 mm langen Band, das man dann an einer bestimmten Stelle fest um den Knochen als geschlossenen Ring anpreßt. Den oberen und unteren Rand dieses Ringes schneidet man mit dem Messer glatt und eben. Hierauf hält man den Knochen einige Minuten in recht kaltes Wasser, schneidet den Ring an zwei einander gegenüberliegenden Stellen mit scharfem Messer durch, löst die beiden Halbringe sorgfältig los und vereinigt sie wieder mittels eines heißen Spatels zu einer Hohlform. Die letztere wird dann auf eine Glasplatte aufgeklebt und mit Gipsbrei gefüllt. Ehe dieser erstarrt, glättet man mit dem Messer die obere Endfläche. Die Grenze zwischen Gips- und Wachsring gibt dann genau die Knochenkontur einer bestimmten Stelle und kann auf Pauspapier naturgetreu nachgezogen werden. Noch einfacher ist es, die Gipsform herauszunehmen, sorgfältig mit Glaspapier eben zu schleifen und auf lichtempfindliches Papier zu legen, wodurch man ein absolut genaues und meßbares Bild des Knochenquerschnittes erhält.



Abb. 107. Reproduktionsmethoden: Melaneside Weichteilmarken auf dem Abguß eines Neanderthaler Schädels (phot. v. EICKSTEDT).

Es sei hier noch kurz ein Wort über die Technik der Rekonstruktion menschlicher Köpfe und Büsten beigefügt. Nachdem man die Dicke der Weichteile von Kopf und Gesicht an mehreren Stellen durch Messungen wenigstens für Europäer festgestellt hat, sind solche Rekonstruktionen mit einiger Annäherung an die Wirklichkeit durchzuführen. Man setzt zunächst auf die Schädel selbst oder auf einen Abguß desselben an den Stellen, deren Hautdicke bestimmt ist, kleine Tonklötzchen der betreffenden Höhe auf und überzieht dann nach den dadurch gewonnenen Anhaltspunkten mit einer plastischen Masse allmählich den ganzen Schädel. Die feinere Modellierung der Weichteile, das physiognomische Detail wird aber immer mehr oder weniger willkürlich bleiben.

denn über die Form und Gestaltung der Nase (besonders in ihrem unteren Abschnitt), des Mundes, über Größe und Aussehen der Lidspalte, der Ohrmuscheln, der Lippen usw. kann der Schädel niemals Aufschluß geben. Die Länge der Lidspalte z. B. steht in keinem konstanten Verhältnis zur Orbitalbreite. Auch wird man bei der Rekonstruktion prähistorischer Typen nicht außer acht lassen dürfen, daß wir die Dicke der Weichteile jener Bevölkerung nicht kennen. Als Beispiel solcher Rekonstruktionsversuche sei auf KOLLMANN (1898), MERKEL (1900) und v. EGGELING (1913), hinsichtlich der Kritik derselben auf SCHMIDT (1898) verwiesen, vgl. ebenso auch v. EICKSTEDT (1925). Die Methode kann auch für die Identifizierung eines Schädels mit Totenmasken oder Abbildungen sowie in kriminalanthropologischen Zusammenhängen von Wert werden (WELCKER 1883, v. FROBIEP 1913, STADTMÜLLER 1922/25).

Für die Rekonstruktion mikroskopischer Präparate sei auf die Wachsplattentechnik der Anatomen besonders verwiesen. Sie kann gelegentlich auch für anthropologische Rekonstruktionen an größeren Objekten angewandt werden.



## Literatur

- ABEL, W., 1937: Neue Methoden zur Messung der Kopfform am Lebenden. S. A. S. Bologna, 7.
- ADACHI, B., 1904: Die Orbita und die Hauptmasse des Schädels der Japaner und die Methode der Orbitalmessung. Zschr. Morph. Anthropol. 7, 379.
- AICHEL, O., 1925: Zur anthropologisch-photographischen Technik. Anat. Anz. 59, 328.
- ANGERER, E., 1939: Wissenschaftl. Photographie. Akad. Verlagsges. Leipzig, VII.
- BAITSCH, H., 1955: Zur Technik der Abnahme von Fingerabdrücken. Homo 6, 69.
- BENNINGTON, C. R., 1911: Cranial Type Contours. Prepared for Press by K. PEARSON. Biometrika 8, 123.
- BERTILLON, A., u. CHERVIN, A., 1909: Anthropologie metrique. Paris.
- BESUCH, 1941: Die Farbenphotographie und die Erb- und Rassenforschung. Öff. Gesundheitsdienst, H. 10, 302.
- BETTMANN, S., 1927: Zur Verwertung daktyloskopischer Verfahren. Zschr. Anat. Entw.-gesch. 81, 262.
- 1928: Ergebnisse der Dermatographie. Ber. XV. Kongr. DML. dermatol. Ges. 1927. Zbl. Haut- u. Geschl.krkh. 25, 47.
- 1930: Leichen-Dermatogramme. Zschr. Anat. Entw.gesch. 92, 27.
- 1932: Haut und Konstitution. Zschr. Konstit.lehre 16, 484.
- BETTMANN, S., u. GUTZ, L., 1927: Zur Anwendung der Dermato-Photographie. Arch. Kriminol. 81, 22.
- BIENLER, W., 1940: Das Röntgenphotogramm. Umschau 44, 602.
- BÖÖK, J. A., 1949: A finger-print method for genetical studies. Hereditas 34, 368.
- BREITINGER, E., 1939: Gruppenrisse vom Hirnschädel. Anthropol. Anz. 15, 298.
- BROCA, P., 1861: Mémoire sur le craniographe et sur quelques-unes de ses applications. Mém. BROCA Bd. a, 42.
- CHRISTOFFERSEN, A., u. KROGH, A., 1941: Die stereoröntgenologische Beckenmessung. Zbl. ges. Gynäk. 65, 8.
- CUMMINS, H., 1936: Methodology in Palmar Dermatoglyphics. In: Measures of Men. Middle Am. Res. Series, Louisiana, Publ. Nr. 7, 23.
- DIEDRICH, F., 1926: Ein Beitrag zur Prüfung der Leistungsfähigkeit der plastischen Rekonstruktions-Methode der Physiognomie bei der Identifizierung von Schädeln. Dtsch. Zschr. gerichtl. Med. 8, 365.
- EGGELING, H. v., 1913: Die Leistungsfähigkeit physiognomischer Rekonstruktionsversuche auf Grundlage des Schädels. Arch. Anthropol. N. F. 12, 44.
- EICKSTEDT, E. v., 1925: Die Wiederherstellung des lebensgroßen Torso eines Homo neanderthalensis. Die Eiszeit 2, 55.
- 1925: Eine Ergänzung der Weichteile auf Schädel und Oberkörperskelett eines Neanderthalers. Zschr. Anat. Entw.gesch. 77, 336.
- EHRHARDT, S., 1932: Die Verwendung einer wasserlöslichen Farbe für daktyloskopische Abdrücke. Anthropol. Anz. 8, 143.
- ELDAHL, A., 1936: Eine Anleitung im klinisch-medizinischen und anthropologischen Photographieren mit Anwendung von Normalfilmen als Negativmaterial. Acta psych. 11, 219.
- FIELD, H., 1934: Man past and present — in the Field museum. Sci. Monthly 38, 293.
- FISCHER, E., 1906: Die Variationen des Radius und Ulna des Menschen. Zschr. Morph. Anthropol. 9, 147.
- 1928: Ein neues Verfahren der Daktyloskopie. Anthropol. Anz. 5, 49.
- FREUDENBERG, W., 1923: Plastische Rekonstruktion des Menschen von Heidelberg (Homo Heidelbergensis). Verh. Anat. Ges. Erg.-H. Anat. Anz. 57, 122.
- FRORIEP, A. v., 1913: Der Schädel Friedrich v. Schillers, Leipzig.
- GALTON, F., 1879: Composite Portraits. J. Roy. Anthropol. Inst. 8, 132.
- GENNA, G., 1935: Nuove prospettive della fotografia antropometrica. Riv. anthropol. Roma 30, 124.
- 1936: Nuove vedute per la standardizzazione della fotografia come documento antropometrico. S.A.S. Bologna 6, 70.
- GEIPEL, G., 1935: Anleitung zur erbbiologischen Beurteilung der Finger- und Handleisten. Lehmann, München.
- GRASHEY, R., u. BIRKNER, R., 1953: Atlas typischer Röntgenbilder vom Menschen. Urban u. Schwarzenberg, München/Berlin.
- GREEFF, J. H., 1925: Der Gipsabguß von Lebenden, eine Ergänzung des lebenden Bildes. Kultur-Leben 2, 130.



- GROSS, P., 1933: A new negative Mass for Making accurate Plastic Reproduction. Arch. Pathol. 16, 869.
- HARRASSER, A., 1935: Eine neue Methode der anthropologischen Photographie ganzer Körper. Anthropol. Anz. 12, 366.
- 1937: Die Leica als Reisekamera für anthropologische Kopfaufnahmen. Anthropol. Anz. 14, 162.
- HASSELWANDER, A., 1935: Raumrichtige Stereoskopie an Röntgenbildern. Agfa Röntgenbl. 5, 50.
- 1938: Die Stereophotogrammetrie als Untersuchungsmethode in der Anthropologie. S.A.S. Bologna 7, 19.
- HAU, J., 1940: Die Röntgenaufnahme im Dienst der Anthropometrie. Med. Diss., Düsseldorf.
- HEINDL, G., 1927: System und Praxis der Daktyloskopie. Berlin-Leipzig.
- HEINDL, R., 1929: Individuelle Besonderheiten des Körperbaues und ihre Verwertung in der Kriminalistik in BRUGSCH-LEWY, Die Biologie der Person 4, 123. Urban-Schwarzenberg, Berlin-Wien.
- HERRENBERG, G., KÜCHMEISTER, H., und PIETKIE, R., 1952: Eine neue Methode der Kapillarphotographie. Klin. Wschr. 897.
- HEUNERT, H., 1954: Die Nahaufnahme. Leitfaden für die Makrophotographie in Wissenschaft und Technik. Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg.
- HOLLANDER, K. v., 1934: Photographie und Rassenforschung. Volk und Rasse 9, 50.
- HOLZER, F. J., 1937: Eine handliche Reproduktions- und Einstellungsrichtung für Kleinbildkameras. Dtsch. Zschr. gerichtl. Med. 28, 287.
- 1937: Ein Universalstativ für wissenschaftliche Photographie. Dtsch. Zschr. gerichtl. Med. 28, 395.
- JÄGER, R., und JÄGER, J., 1939: Fluoreszenzmikroskopie im auffallenden Licht. Zschr. wiss. Mikrosk. 273.
- JAKOB, E., 1941: Vielzweckbeleuchtungsapparat. Mikrokosmos 34, 85.
- JANKER, R., 1952: Röntgenaufnahmetechnik. 3. Aufl. Barth, München.
- JÜRGENSEN, E., 1924: Mikrobeobachtungen der Schweißsekretion der Haut des Menschen unter Kontrastfärbung. Dtsch. Arch. Klin. Med. 144, 193.
- 1924: Mikrobeobachtungen der Schweißsekretion der Haut des Menschen unter Kontrastfärbung II. Mitt. Funktionsprüfung. Methode und Begründung. Allgemeiner Überblick. Praktische Anwendung. Dtsch. Arch. Klin. Med. 144, 248.
- KLAATSCH, H., 1909: Kraniomorphologie und Kraniotrigonometrie. Arch. Anthropol. N. F. 8, 101.
- KOLLMANN, J., und BRÜCKLI, W., 1898: Die Persistenz der Rasse und die Rekonstruktion der Physiognomie prähistorischer Schädel. Arch. Anat. 25, 329.
- KORKHAUS, G., 1954: Die Leica in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde. Beitrag in Ströckler, H.: Die Leica in Beruf und Wissenschaft. 4. Aufl. Umschau Verl., Frankfurt a. M.
- KÖSTERS, M., 1933: Schädelmessungen mittels der Röntgenstereogrammetrie. Vjschr. Zahnk. 2, 178.
- KRETSCHMER, P. M., 1951: Die Abbildung der menschlichen Haut mit Hilfe des Wasserstoffperoxyverfahrens. Homo 2, 102.
- LANDAU, E., 1908: Dioptrograph und Diagraph in der anthropologischen Technik. Kurzer. Naturw. Ges. Univ. Dorpat 17, 1.
- LANDOLT-BÖRNSTEIN, 1952: Zahlenwerte und Funktionen aus Physik, Chemie, Astronomie, Geophysik und Technik. Bd. Astronomie und Geophysik. Springer, Göttingen-Heidelberg.
- LANKEN, L., 1937: Herstellung von Abformmassen für das Gehirn und deren Anwendung. Arch. Psych. 106, 234.
- LEBZELTER, V., 1934: Plastische Rekonstruktionen von Rassenköpfen. Mitt. Anthropol. Ges. Wien 64, Sitz.-Ber. Js. 1933—1934, 3 u. 18.
- LIECHT, A., 1948: Die Röntgendiagnostik der Wirbelsäule. 2. Aufl. Springer, Wien.
- LUCAE, G., 1873: Noch einiges zum Zeichen naturhistorischer Gegenstände. Arch. Anthropol. 6, 1.
- MARTIN, R., 1925: Zur wissenschaftlich-anthropologischen Photographie. Anat. Anz. 59, 529.
- 1925: Anthropometrie. Springer, Berlin.
- MERKEL, F., 1900: Rekonstruktion der Büste eines Bewohners des Leinegaues. Arch. Anat. 26, 449.

- METER, E. G., 1936: Über die Methoden zur Herstellung körperlicher Abbildungen, insbesondere das „POLLERSche“ Abgußverfahren mit Angaben eigener Abformen. Med. Diss. Heidelberg.
- MEZGER, O., und RALL, H., 1933: Hervorrufung und Fixierung von Fingerabdrücken auf Papier. Dtsch. Zschr. gerichtl. Med. **22**, 54.
- MOLLISON, TH., 1910: Die Verwendung der Photographie für die Messung der Körperproportionen des Menschen. Arch. Anthropol. N. F. **9**, 305.
- 1926: Ein neuer Dioptrograph. Anthropol. Anz. **3**, 111.
- 1932: Ein Somatometer und ein Mikroperigraph. Verh. Ges. Phys. Anthropol. **6**, 150.
- 1936: Eine Rekonstruktion des Menschen von Steinheim, von Hermann Friese. Anthropol. Anz. **13**, 309.
- 1938: Spezielle Methoden anthropologischer Messung. In: AEDERHALDEN. Hdb. biol. Arbeitsmethoden. Abt. 7. Urban u. Schwarzenberg, Berlin-Wien.
- MONIZ, E., 1940: Die cerebrale Arteriographie und Phlebographie. Monogr. Gesamtg. Neurol. Psych. H. 70, 8. Springer, Berlin.
- McNAIR, A. H., 1941: A method of Photographing Impressions of Fossils. J. Paleont. Nenasha, Wisconsin (USA) **91**.
- NEUERHAUS, H., 1940: Glutofese, ein neues Klebe- und Härtmittel zum Konservieren von Fossilien und Sedimenten. Paläont. **22**, 134.
- POTRATZ, K., 1933: Über den Wert der Fluoreszenzmethode in der Biologie und einige neue Beobachtungen in der Botanik. Forsch. u. Fortsch. **9**, 286.
- PÖCH, R., 1917: Die Methode der anthropologischen Photographie. Phot. Korr. Wien Nr. 679.
- 1910: Das Photographieren auf anthropologischen Forschungsreisen. Phot. Korr. Wien Nr. 594.
- POLLER, A., FETSCHER, E., u. v. ECONOMO, A., 1931: Das POLLERSche Verfahren zum Abformen. Urban u. Schwarzenberg, Berlin-Wien.
- PRATJE, A., 1928: Stereoskopische Methoden in der Röntgendiagnostik. Kurzes Handbuch der gesamten Röntgendiagnostik und Therapie. Karger, Berlin.
- 1929: Die Anwendung stereoskopischer Methoden in der Anthropologie. Zschr. Anat. Entw.gesch. **89**, 467.
- 1929: Die stereoskopischen Methoden in der Anthropologie. Verh. Ges. phys. Anthropol. **3**, 13.
- RATHGEN, F., 1904: Die Konservierung von Altertumsfunden. Handbuch k. Mus. Berlin.
- RATHGEN, F., und BORMANN, R., 1904: Tränkung von Gipsabgüssen zur Konservierung. Verh. Röl. Ges. Anthropol. **36**, 163.
- RITSCHL, A., 1890: Die Cathcartischen Gelatine-Glyzerin-Abgüsse. Centr. Rl. Chirurgie **19**.
- RODENACKER, G., 1938: Eine röntgenologische Verfolgung von Vererbungsvorgängen. Röntgenpraxis **10**, 602.
- SALLER, K., 1933: Die neue Leica als Idealkamera für anthropologische Massenaufnahmen. Zschr. Morph. Anthropol. **31**, 439.
- SCHLAGINHAUFEN, O., 1907: Zur Diagraphentechnik des menschlichen Schädels. Zschr. Ethnol. **39**, 85.
- 1912: Beobachtungsblatt und Anleitung zur Aufnahme von Hand- und Fußabdrücken. Corr.-Bl. Dtsch. Ges. Anthropol. **43**, 33.
- SCHMIDT, E., 1888: Anthropologische Methoden. Leipzig.
- 1898: Die Rekonstruktion der Physiognomie aus dem Schädel. Globus **74**, 307.
- SCHÖTT, E. D., 1927: En ny enkel, för den undersökte behaglig metod för tagnag av finger- och handavtryck, avsedd för ärtlighetsforskning rörande Daktyloskopi och blodgrupper. Upsala Läkare förenings, förhandlingar. Ny följd **33**, 3.
- SCHULTZ, B. K., 1927: Ein neues Abformverfahren im Dienst der Anthropologie. Mitt. Anthropol. Ges. Wien **57**, Sets. Res. **32**.
- 1941: Die Leica in der rassenkundlichen Methodik. Beitrag in Stöckler, H., Die Leica in Beruf und Wissenschaft. 3. Aufl. Umschau Verl., Frankfurt a. M.
- SCHULTZE, W., 1954: Die Leica in der Medizin mit besonderer Berücksichtigung der Dermatologie und experimentellen Medizin. Beitrag in Stöckler, H., Die Leica in Beruf und Wissenschaft. 4. Aufl. Umschau Verl., Frankfurt a. M.
- SCHIRAZ, D., 1938: Abformen der an Leichen gefundenen Verletzungen und ihre Anwendung im Beweisverfahren. Dtsch. Zschr. gerichtl. Med. **29**, 254.
- 1940: Abformverfahren; im Handwörterbuch der gerichtl. Med. **1**.
- SERGI, S., 1950: Modelli più recenti del mio diagrafo ad uso della cranio-osteografia. Riv. Anthropol. **38**, 197.
- SIMONS, B., 1951: Röntgendiagnostik der Wirbelsäule. 2. Aufl. Fischer, Jena.



- SOLLAS, W. J., 1923: A method for the Comparative Study of the Human Skull and its Application to *Homo sapiens* and *Homo neandertalensis*. *Proc. Roy. Soc. Ser. B.* **94**, 134.
- 1933: The Sagittal Section of the Human Skull. *J. Roy. Anthropol. Inst.* **63**, 389.
- SOMMERFELD, A., 1934: Plastische Masse, Herstellung, Verarbeitung und Prüfung nicht-metallischer Werkstoffe für spanlose Formung. Springer, Berlin.
- STADTMÜLLER, F., 1922: Zur Beurteilung der plastischen Rekonstruktionsmethode der Physiognomie auf dem Schädel. *Zschr. Morph. Anthropol.* **22**, 337.
- 1925: Plastische Physiognomie-Rekonstruktionen auf den beiden diluvialen Schädeln von Obercassel bei Bonn. *Zschr. Morph. Anthropol.* **23**, 301.
- 1933: Identitätsprüfung eines Schädels bei vorliegendem Erkennungsdienst-Photogramm des vielleicht als ehemaliger Träger in Frage kommenden Individuums. *Dtsch. Zschr. gerichtl. Med.* **20**, 33.
- STÜCKLER, H., 1954: Die Leica in Beruf u. Wissenschaft. Umschau-Verlag, Frankfurt a. M.
- VALSIK, I. A., 1933: Skiagraphic Skeletotypy of Palmar Dermatographs. *Biol. Listy* **18**, 21.
- WASTL, J., 1933: Stereoskopie und Stereophotogrammetrie. Bemerkungen zu ihrer Anwendung in der Anthropologie, Ethnographie und Prähistorischen Archäologie. *Mitt. Anthropol. Ges. Wien* **63**, 91.
- 1938: Grundregeln für die Herstellung naturgetreuer Raumbilder naher Objekte. *Mitt. Anthropol. Ges. Wien* **168**, 299.
- WENINGER, J., 1932: Zur anthropologischen Betrachtung der Irisstruktur. *Mitt. Anthropol. Ges. Wien* **62**, 223.
- WETZEL, G., 1911: Apparate und Erläuterungen zur perigraphischen Technik. *Zschr. Morph. Anthropol.* **13**, 541.
- ZIEGELMAYER, G., 1952: Über die Beziehungen des Irisbildes zur Gesamtkonstitution. *Naturw. Diss.*, München.
- ZIMMER, K., 1933: Photographie der Papillarlinien im Fluoreszenzlicht. *Klin. Wschr.* **12**, 545.

## C. Methoden der Materialbearbeitung (Statistik)

### 1. Wesen und Begründung statistischer Arbeitsweise

#### a) Statistische Planung und Technik

Die Statistik hat den Zweck, Beobachtungen exakt zur Darstellung zu bringen, so daß Vergleiche zuverlässig und mit den notwendigen Sicherungen durchgeführt werden können, oder aber im Hinblick auf bestimmte Fragestellungen Analysen durchzuführen, die Erwartung und Tatbestand miteinander vergleichen und dann die Erwartung entweder bestätigen und sichern oder widerlegen und damit verwerfen. Dem ersten Zweck dienen die Gruppencharakteristika (statistische Maßzahlen) und verschiedene Vergleichsmethoden; zum zweiten Zweck sind besonders die Methoden einer Zusammenhangsanalyse und der Erbstatistik in der Anthropologie von Bedeutung.

Die Notwendigkeit einer exakten statistischen Bearbeitung von Zahlenmaterial wird heute kaum mehr ernsthaft bestritten. „Zweifellos richtig ist die Auffassung, wonach eine statistische Bearbeitung bedeutet, daß die vorhandenen Variablen in ein Schema gepreßt werden. Grundsätzlich ist es aber unvermeidlich, bei Beurteilung von Versuchen, ob man sich der Statistik bedient oder nicht, die beobachteten Variablen in ein bestimmtes Schema zu pressen. Wer sich je mit Erkenntnistheorie beschäftigt hat, wird wissen, daß es ohne ein Schema überhaupt unmöglich ist, Beobachtungen irgendwelcher Art zu beurteilen“ (LINDER).

Die Bedeutung, welche die Statistik in der modernen Biologie und damit auch Anthropologie gewonnen hat, erfordert, sie nicht nur bei der Bearbeitung, sondern auch schon bei der Planung einer Materialsammlung zu berücksichtigen. Am Anfang hat die exakte Frage zu stehen, die dann mit einem



Mindestaufwand an Zeit, Kraft und Material mit möglicher Genauigkeit zu beantworten ist. Werden Untersuchungen ohne Planung einfach auf Geratewohl begonnen, dann stellen sich meist am Ende aller mühseligen Experimente schwerwiegende Mängel heraus, die in der Regel nicht mehr zu beheben sind.

Vor Beginn des Versuches oder jeder Messung ist zu entscheiden, welches Merkmal mit welcher Technik gemessen und zur Beurteilung herangezogen werden soll. Der Geltungsbereich des Experiments muß vorher abgesteckt werden. Je präziser und enger umschrieben die Fragestellung ist, um so klarer werden die Aussagen sein können.

Allgemein gilt als Voraussetzung statistischer Arbeit die Forderung, daß jede willkürliche einseitige Auslese vermieden werden soll. Ist eine Auslese beabsichtigt, oder läßt sie sich nicht umgehen, dann wird man grundsätzlich die Auslesekriterien erwähnen und sich in der Methodenwahl entsprechend einrichten müssen (vgl. vor allem die Erbstatistik).

Zweckmäßig ist es, alle Messungen selbst durchzuführen, oder, wenn schon von einer Hilfsperson, dann immer von ein und derselben im Rahmen eines Versuches. Meß- und Abrundungsfehler werden meist überschätzt. Weitere Fehler entstehen dadurch, daß manche Zahlenangaben ungenau sind, Andere Zahlenangaben fehlen ganz. Man lasse diese Fälle nur dann ohne wesentliche Beachtung, wenn man sich überzeugt hat, daß keine willkürliche Auslese hinter den fehlenden oder ungenauen Zahlenangaben steckt. Immer wird es zweckmäßig sein, die Fehlermöglichkeiten möglichst einzuschränken. Man kann die Fehlergrenzen rechnerisch abschätzen und sie dem Ergebnis beifügen. Falsch ist es, Fehlerquellen zu verschweigen.

Nach Abschluß einer solchen Planung, die sich unter Umständen auch schon auf die Ergebnisse von Voruntersuchungen stützen kann, kann mit der eigentlichen Untersuchung bzw. der Gewinnung der statistischen Zahlenunterlagen begonnen werden. Diese Unterlagen kann man entweder durch direkte Untersuchung oder Befragung der Merkmalsträger erfassen, oder man gewinnt sie auf dem Umweg über schriftliche Aufzeichnungen (z. B. Krankenblätter). Bessere und sicherere Ergebnisse gibt zweifellos die direkte Untersuchung. Sie wird aber in einem Teil der Fälle nicht immer durchzuführen sein.

Für bestimmte Fragestellungen hat sich die Verwendung von Fragebögen eingeführt. Es ist zweckmäßig, in solche Bögen nicht allzu viele Fragen aufzunehmen, die gestellten Fragen aber so präzise wie möglich zu formulieren, um jedwedes Mißverständnis zu vermeiden. Psychologische Faktoren sind bei der Fragebogenmethode zu berücksichtigen: Man wird immer daran denken müssen, daß der Befragte in der Regel dem Fragebogen gegenüber nicht positiv eingestellt ist.

Die Methodik der Gewinnung zahlenmäßiger Unterlagen bei direkten Untersuchungen ist in den jeweiligen Abschnitten (vgl. Methodik) eingehend beschrieben.

Wo willkürliche Versuche durchgeführt werden, muß für die spätere statistische Auswertung noch von weiteren Voraussetzungen ausgegangen werden. Es kommt von vornherein darauf an, diejenige für jeden Versuch passende Methode zu finden, die mit geringstmöglichem Aufwand die Versuchsfehler verringert oder besser erkennbar bzw. überhaupt erst prüfbar macht und die bei einem Höchstmaß an Objektivität die größtmögliche Information liefert. Entscheidend für jede Versuchsplanung ist die präzise Fragestellung.

Folgende drei Grundsätze gelten für die Versuchsplanung (nach LINDER):

1. Alle Verfahren sind möglichst an mehreren Versuchseinheiten zu wiederholen (z. B. Verabreichung einer bestimmten Ernährungsform an mehrere Tiere).
2. Die Verschiedenheiten (z. B. Tiere) sind den Verfahren (z. B. unterschiedliche Ernährungsform) streng zufällig zuzuordnen. Dabei bedeutet hier „zufällige“ Zuteilung nicht eine Zuordnung aufs Geratewohl. Die Zufälligkeit ist im statistischen Sinne herzustellen, im einfachsten Fall etwa durch Numerieren der Tiere, das Aufschreiben je einer

Nummer auf eine Karte, das Mischen der Karten und das Aufteilen dieser gemischten Kartenspiele in eine vorher festgelegte Zahl von Gruppen. In mehreren statistischen Lehrbüchern und Tafelwerken (z. B. FISHER, MITTENECKER, QUENOUILLE u. a.) finden sich zahlenmäßig solche Zufallsfolgen (random samples) von Ziffern angegeben (Tab. S. 189).

3. Die Verfahren sollen innerhalb von Gruppen möglichst homogener Einheiten (Blöcke) miteinander verglichen werden. „Dadurch vergleicht man die Verfahren zwischen Einheiten derselben Gruppe, schaltet den Fehler zwischen den verschiedenen Gruppen aus und verringert damit den für die Beurteilung des Ergebnisses letztlich maßgebenden Versuchsfehler, ohne durch eine — oft recht kostspielige — radikale „Standardisierung der Versuchsbedingungen“ die induktive Basis zu sehr zu verschmälern“ (LINDER).

Die statistische Auswertung der Planversuche stützt sich im wesentlichen auf Varianzanalysen. Da der Rechenaufwand für die Durchführung einer Varianzanalyse mit der Zunahme der Variablen sehr stark anwächst, empfiehlt es sich, nicht mehr als höchstens 4—5 Variable zu je 2—5 Klassen zu kombinieren. Theoretisch kann ein Versuch jedoch mit beliebig vielen Variablen und beliebig vielen Klassen je Variabler geplant werden. Eine Vereinfachung der mehrfaktoriellen Versuchsplanung sind die Anordnungen, die „Lateinisches Quadrat“ und „Lateinisch-Griechisches Quadrat“ genannt werden. Ihre Auswertung setzt eine gründliche Kenntnis varianzanalytischer Methoden und der theoretischen Grundlagen der Versuchsplanung voraus.

Gewisse Schwierigkeiten in der Versuchsplanung treten dann auf, wenn ein Versuch nicht wiederholt werden kann. Man kann sich in besonderen Fällen damit behelfen, daß man nicht signifikante Varianzanteile zur Schätzung der wirklichen Fehlervarianz benutzt und mit ihrem durchschnittlichen Wert die Prüfung durchführt.

Die häufigere Anwendung geplanter Versuche auch in der Anthropologie wäre dringend zu wünschen. Auf die spezielle Literatur zur Versuchsplanung sei verwiesen (deutsches Schrifttum vor allem bei LINDER, MITTENECKER).

Für die statistische Weiterverarbeitung der gewonnenen Meßwerte ist es empfehlenswert, wenn schon von vornherein die Meßwerte auf bestimmte Zählkarten vermerkt worden sind. Hierzu wird jedem einzelnen Fall oder Merkmalsträger eine eigene Zählkarte zugeteilt. Diese Zählkarte wird so eingeteilt, daß alle erfaßten Merkmale jeweils an der gleichen Stelle stehen. Das Auszählen wird so erleichtert (vgl. S. 148/149). Der Entwurf einer solchen Zählkarte gehört schon in die Planung. Es ist zweckmäßig, die Zählkarte dabei so einzuteilen, daß bei ihrer späteren Verarbeitung schon eine Vereinfachung der Arbeit möglich wird. So ist es z. B. sinnlos, auf einer Zählkarte für ein bestimmtes Maß Stellen für Zehntelmillimeter vorzusehen, wenn eine Klasseneinteilung nach 5-cm-Gruppen geplant ist. Mechanische Hilfsmittel, wie Einkerbung oder bestimmte Lochung von Zählkarten, Abschneiden von Ecken oder Aufkleben von farbigen Reitern können die Zählarbeit erleichtern. Eine weitere Mechanisierung wird erreicht durch das Lochkartensystem. Durch dieses Verfahren wird die gesamte Sortierarbeit mechanisiert. Auf den sogenannten Lochkarten, die im Prinzip den eben erwähnten Zählkarten entsprechen, finden sich keine geschriebenen Aufzeichnungen, sondern an Hand eines genau ausgearbeiteten Schlüssels sind diese Karten entsprechend der Merkmalsverteilung sinnvoll gelocht. Da die speziell geschulten Fachkräfte für das Lochen der Hollerithkarten in der Regel keine Fachkenntnis hinsichtlich der getroffenen biologischen Einteilungskriterien besitzen, wird man zweckmäßigerweise die Merkmale an Hand des geplanten Schlüssels in eine sogenannte Lochliste eintragen. An Hand dieser Lochliste nimmt dann die Fachkraft die Bearbeitung der Lochkarte vor.

Hinsichtlich der Einzelheiten bei der Planung solcher Arbeiten sei auf die Monographie von HOSEMANN verwiesen.

Einfachere Auszählungen kann man mit sogenannten Strichlisten vornehmen. Diese Strichlisten sind entsprechend der gewählten Merkmalseinteilung in



Zusammenstellung von zufallsmäßigen Zifferfolgen (vgl. Versuchsplanung).

5 8 3 4 1	1 7 0 1 6	2 1 3 7 2	0 8 9 9 4	1 1 0 6 4	3 5 8 4 8	2 8 3 4 9	7 0 0 8 0	1 9 8 2 3
1 2 0 0 8	6 6 5 5 8	4 2 4 3 7	9 0 9 1 3	7 0 9 1 3	7 3 9 3 7	2 4 8 4 3	0 1 1 2 9	5 6 7 9 5
0 4 5 4 4	1 7 0 0 2	0 5 1 7 4	0 8 0 4 3	9 0 9 4 3	9 8 0 3 8	2 1 4 4 8	1 2 6 1 4	5 8 0 5 5
5 2 1 2 0	8 6 6 3 0	8 4 4 9 2	3 5 5 9 6	0 2 7 6 8	0 2 7 6 8	9 9 9 8 8	5 5 1 5 2	2 8 0 5 5
5 2 0 5 5	0 9 3 6 8	3 2 8 8 1	7 4 8 8 0	7 4 8 8 0	1 0 5 8 9	4 8 6 4 9	4 2 3 6 9	6 3 3 5 0
2 4 1 3 5	9 0 7 0 4	1 1 0 5 2	7 9 9 5 7	0 2 2 3 6	1 5 6 8 4	7 5 4 5 5	9 2 4 6 9	6 4 1 4 7
2 2 1 3 5	2 6 5 0 5	8 0 5 6 9	3 3 3 3 8	4 7 0 9 9	0 5 3 2 8	9 2 5 8 2	9 2 1 2 4	1 2 0 2 6
0 7 7 4 5	2 4 2 4 5	0 4 8 1 1	3 0 7 7 8	3 9 0 9 9	1 3 0 4 1	2 0 7 3 8	4 6 1 2 0	9 7 0 2 6
4 4 0 9 9	2 8 8 6 3	7 8 9 4 0	6 5 0 5 6	4 5 8 9 8	7 6 6 2 2	3 1 2 4 6	4 7 7 9 7	9 9 5 9 4
9 9 4 8 4	0 2 6 3 6	7 3 1 8 4	0 0 8 3 8	7 8 3 5 5	8 6 9 3 3	1 1 2 1 5	0 5 7 3 7	3 9 1 4 3
5 1 0 0 6	9 8 2 5 9	0 5 1 7 8	3 7 5 5 0	4 2 0 1 7	6 7 3 8 1	3 5 6 9 0	8 6 0 9 7	5 1 8 5 6
1 6 1 4 4	6 6 7 0 3	4 7 5 7 5	5 2 2 0 5	9 4 7 6 8	8 2 0 3 7	6 3 9 5 4	3 3 9 7 2	4 4 0 3 4
1 5 3 5 0	2 5 7 6 4	7 5 0 4 8	6 7 2 0 5	9 4 7 6 8	8 2 0 3 7	6 3 9 5 4	0 4 1 9 1	8 7 2 2 8
0 5 7 5 5	9 9 7 0 3	1 9 2 2 1	3 4 2 4 6	9 7 4 2 0	0 1 5 5 6	2 0 5 8 5	3 5 4 0 5	5 3 4 0 2
4 4 0 5 2	7 1 3 4 5	5 1 9 7 1	1 6 2 1 9	4 4 1 5 8	8 6 3 6 0	0 4 4 8 6	8 2 3 4 3	1 6 6 9 3
5 3 8 3 1	0 9 7 6 5	6 3 4 2 1	3 9 0 6 0	0 2 9 7 4	0 3 9 9 0	4 8 4 1 2	6 1 7 6 5	5 2 1 2 8
6 0 8 6 2	7 0 5 8 0	9 4 1 4 1	1 9 7 4 6	9 7 8 0 6	6 7 6 0 1	7 0 3 5 5	0 0 1 8 2	3 4 8 1 0
7 0 6 0 6	7 2 4 3 5	4 4 3 4 4	1 7 2 4 3	1 8 0 4 3	9 0 5 6 1	7 3 2 9 2	0 1 8 0 3	9 7 6 1 0
8 3 8 4 6	4 8 4 2 0	4 0 5 2 4	3 5 2 8 8	4 0 4 6 2	8 7 6 1 2	9 2 3 8 1	7 0 2 3 4	3 0 2 6 5
9 9 5 8 9	3 7 0 5 9	9 2 7 9 7	7 6 0 7 0	9 8 1 9 4	3 6 2 3 2	5 1 9 2 2	6 4 8 3 5	1 0 4 1 4
7 1 9 1 1	2 3 5 4 5	3 4 7 2 3	3 4 5 1 3	9 7 5 3 5	0 0 0 4 8	7 6 3 0 9	9 0 1 4 4	9 5 3 5 1
4 1 8 3 9	8 7 5 6 0	6 1 0 0 1	7 8 5 8 7	7 9 7 6 7	9 0 7 7 1	4 1 0 8 7	2 6 6 0 0	5 2 3 8 6
5 7 0 4 9	2 2 9 2 7	5 5 7 3 1	1 5 3 3 2	2 1 4 4 1	0 1 2 9 2	5 9 9 4 0	2 6 3 3 1	5 3 3 7 3
8 9 9 7 0	2 9 9 5 1	1 1 9 8 5	2 2 1 8 7	7 7 4 3 8	1 6 9 0 6	3 2 9 6 1	8 7 4 0 4	5 6 8 8 0
8 4 7 8 9	5 9 5 6 5	2 6 7 9 8	4 6 4 6 1	3 9 1 3 6	0 7 8 6 0	8 4 3 1 7	6 3 1 4 7	1 7 8 0 1
3 1 8 5 2	4 4 7 3 4	5 6 0 1 3	5 7 4 7 5	8 4 4 0 3	6 6 4 7 7	7 1 2 8 8	2 5 0 2 3	2 5 0 2 3
1 6 7 1 0	4 2 3 2 0	7 2 5 7 0	1 9 6 7 2	8 4 4 0 3	6 6 7 3 4	5 7 5 4 2	2 1 4 4 8	2 1 4 4 8
1 8 1 1 7	2 7 9 0 5	1 2 3 6 9	6 6 6 9 6	8 0 8 5 1	0 2 5 1 2	9 4 7 9 3	7 1 6 0 1	4 4 0 4 5
3 0 1 5 8	1 4 2 8 8	7 1 4 5 5	6 6 0 7 8	2 7 7 0 3	1 9 3 6 2	4 4 0 2 9	3 0 8 3 9	5 4 2 6 7
2 2 1 3 8	6 4 2 6 1	5 6 2 6 5	2 6 1 7 4	3 5 3 0 7	7 5 0 2 3	3 2 8 2 4	4 5 0 5 4	4 4 0 5 0
2 5 8 5 6	1 5 0 8 9	3 8 3 2 0	9 7 8 5 6	9 7 8 5 6	9 3 0 8 3	7 1 3 6 1	5 8 5 3 9	5 7 1 6 9
2 5 8 5 6	1 3 8 9 1	5 0 8 3 7	6 4 4 0 4	2 0 6 0 7	8 0 8 5 1	8 9 9 4 9	1 5 1 9 4	2 0 4 2 6
3 4 4 0 5	5 2 0 2 6	7 4 1 9 1	6 4 4 0 4	2 7 0 6 7	0 9 5 1 4	0 5 8 3 2	0 4 4 9 2	4 6 6 2 1
1 3 9 0 9	0 9 2 5 0	9 0 3 5 7	8 0 6 5 8	8 7 7 2 5	6 1 4 6 2	3 4 4 0 5	6 7 5 9 1	2 5 5 6 3
6 8 5 7 4	9 2 7 7 1	1 2 4 1 5	7 8 9 1 5	5 1 7 6 7	5 6 4 2 5	4 3 0 7 0	1 0 5 6 5	1 3 9 0 9
2 7 1 7 5	2 7 9 7 1	7 6 9 9 3	7 4 1 0 2	1 1 6 7 4	1 1 6 7 4	3 3 6 3 1	4 9 2 6 4	1 2 8 6 2
3 7 1 7 5	4 9 3 7 0	1 6 6 6 2	1 9 9 1 1	4 5 8 7 8	4 5 8 7 8	0 2 0 7 0	5 4 1 0 6	2 8 4 0 2
0 6 5 6 0	6 8 3 3 6	0 7 0 0 3	1 0 5 5 6	3 4 5 2 2	8 3 4 7 5	4 6 4 3 8	7 6 9 3 2	2 8 1 5 8

Aus: M. H. QUENOUILLE, Introductory statistics. Butterworth - Springer, London 1950.



verschiedene Felder aufgeteilt, in die jeder einzelne Fall entsprechend seiner Merkmalszugehörigkeit hineingestrichelt wird. Eine weitere Unterteilung, beispielsweise nach dem Geschlecht oder der Herkunft der Merkmalsträger, kann man vornehmen, indem man in diese Strichlisten mit verschiedenen Farben einstrichelt. Der Nachteil der Strichlistenmethode ist der, daß bei Verwendung von mehreren Merkmalen das ganze Verfahren unübersichtlich wird und auch die Stricharbeit recht mühselig und fehlerhaft werden kann. Man wird sich nur bei kleineren Kollektiven mit wenigen Merkmalen solcher Strichlisten mit Vorteil bedienen.

An Hand der Strichlisten, Zählkarten oder Lochkarten kann schließlich die statistische Bearbeitung des Untersuchungsgutes vorgenommen werden: Die Zählkarten werden mit der Hand, die Lochkarten mit der Maschine nach den verschiedenen möglichen Einteilungskriterien ausgezählt. Meßergebnisse können mit Hilfe mechanischer Verfahren wie Rechenmaschine, Addiatoren usw. verarbeitet werden. Einfachere statistische Methoden verlangen keine großen mechanischen Hilfsmittel. Man wird oft mit einem logarithmischen Rechenstab von mindestens 30 cm Länge sowie den gebräuchlichen Logarithmentafeln auskommen können. Anstelle der üblichen Rechenschieber kann man mit Vorteil die größere und schneller zu bedienende Rechenwalze benutzen. Einfachere Multiplikations- und Divisionsaufgaben, wie sie in der Anthropologie z. B. bei Indexberechnungen häufiger vorkommen, lassen sich aus vorbereiteten Tafeln (sog. Index tafeln) ablesen<sup>\*)</sup>. Für einige andere statistische Verfahren ist die Verwendung von Rechenmaschinen fast unumgänglich notwendig, da die Arbeit mit dem Rechenschieber und der Logarithmentafel hier zu zeitraubend und ungenau wäre. Als sehr zweckmäßig haben sich dabei die schreibenden Rechenmaschinen erwiesen, da mit ihrer Hilfe die Kontrolle der durchgeführten Rechnung sehr erleichtert wird. Dies gilt vor allem für die Verfahren, die größere Summierungen mit sich bringen.

Es kann hier nachfolgend keine erschöpfende Einführung in die statistische Methodik gegeben werden, dazu reicht der zur Verfügung stehende Raum nicht. Aus demselben Grund muß auf theoretische Begründungen und Ableitungen von Formeln verzichtet werden. Doch soll auch vermieden werden, eine reine Formelsammlung mit Gebrauchsanweisung zusammenzustellen. Ein schematisches Arbeiten ohne Kenntnis der Zusammenhänge allein anhand von Formeln ist biologisch unsinnig. Daher wird möglichst die Vielfalt der verschiedenen Methoden aufgezeigt, um damit im speziellen Fall Anregungen zu geben für einen sinnvollen Einsatz der verschiedenen Verfahren. Auf die weiterführenden Arbeiten ist immer wieder verwiesen. Nicht zuletzt soll die folgende Darstellung auch dazu beitragen, das oft noch zu beobachtende Vorurteil gegen die statistischen Methoden abzubauen, indem in der Vielfalt der Methoden die Anpassungsfähigkeit der modernen Statistik an die biologischen Gegebenheiten gezeigt werden wird.

\*) FISCHER, R. A., und YATES, F., 1949: Statistical Tables for Biological, Agricultural, and Medical Research. Oliver & Boyd, Edinburgh u. London, 3. Aufl. Nachdruck.

KOLLER, S., 1953: Graphische Tafeln zur Beurteilung statistischer Zahlen. Steinkopff, Darmstadt.

OLBRICH, E., 1951: Index tabellen mit Fehlerabschätzung für anthropologische Zwecke. Tyrolia, Innsbruck.

PEARSON, K. P., 1930/31: Tables for Statisticians and Biometricians, I, II. Cambridge University Press.

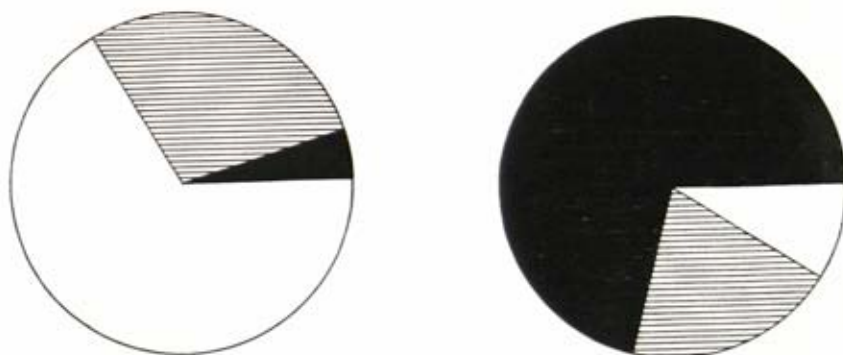
SCHULTZ, P., 1937: Fünfstellige logarithmische und trigonometrische Tafeln. Buchners Verlag, Bamberg.

SHEPPARD, W. F., 1907: Table of Deviates of the Normal Curve. Biometrika 5, 404—406. Spezialtafeln s. die Spezialabschnitte.

## b) Die Graphische Darstellung

Die graphische Darstellung ist eine besondere Art statistischer Arbeitsweise. Sie dient in erster Linie dem Zweck, das abstrakte Zahlenmaterial anschaulich zu machen. Dazu soll die graphische Darstellung die Befunde zwar weitgehend vereinfachen, aber sie darf sie nicht verfälschen. Entscheidend wichtig ist, daß die graphische Darstellung tatsächlich auch anschaulich und besser verständlich ist als das abstrakte Zahlenmaterial. In zweiter Linie dient die graphische Darstellung in manchen Fällen der Darstellung gewisser Prüfaufgaben, die graphisch leichter und mit immer noch genügend großer Genauigkeit zu bewerkstelligen sind als rechnerisch. Hierher gehört z. B. die Prüfung auf das Vorliegen einer Normalverteilung anhand der Summenprozentkurven.

Diskontinuierliche Merkmale können in ihrer Häufigkeitsverteilung übersichtlich graphisch dargestellt werden durch ein Stab- oder Säulendiagramm. Die Unstetigkeit des Merkmals kommt bei dieser Art der Darstellung deutlich zum Ausdruck. Das Säulendiagramm empfiehlt sich vor allem dann, wenn damit ein zahlenmäßiger Befund einem Leserkreis erläutert werden soll, der in der Deutung statistischer Angaben keine besondere Übung besitzt oder der allgemein auf eine etwas weniger abstrakte Darstellung Wert legt. Man kann hier auch abgewandelte Verfahren wählen, wie die Eintragung von Häufigkeiten in eine Kreisfläche als Sektoren (Abb. 108).



a) Schweden: schwarz = braune Augen  
 $4,5\% = 16^\circ$ ; gestrichelt = melierte  
 Augen  $28,8\% = 104^\circ$ ; weiß = blaue  
 Augen  $66,7\% = 240^\circ$ .

b) Italien: schwarz = braune Augen  
 $69,1\% = 248^\circ$ ; gestrichelt = melierte  
 Augen  $20,6\% = 76^\circ$ ; weiß = blaue  
 Augen  $10,3\% = 36^\circ$ .

Abb. 108. Vergleich der Verteilung der Augenfarbe in Schweden und Italien.

Will man ein kontinuierliches Merkmal in seiner Verteilung darstellen, dann bildet man künstliche Klassen, deren Breite variiert nach dem Umfang des Materials und seiner Variabilität. Als Faustregel mag gelten, daß bei kleineren Beobachtungsreihen (etwa kleiner als 50) zweckmäßigerweise keine Verteilungskurve aufgestellt werden soll, da die Klassenbesetzung zu stark von zufälligen Faktoren beeinflußt wird. Bei einem Umfang von 100—200 Individuen (Merkmalsträgern) teilt man in 5—7 Klassen ein, bei größeren Umfängen in etwa 10. Diese Regeln gelten aber nur für die graphische Darstellung; bei der rechnerischen Verarbeitung des Materials müssen möglichst mehr Klassen gebildet werden. Bei der graphischen Darstellung wird in der Regel in einem kartesischen Koordinatensystem auf der X-Achse die Merkmalseinteilung aufgetragen, die Y-Achse ist aufgeteilt nach den Häufigkeiten (%) oder nach abso-

luten Anzahlen. Die Merkmalsteilung der X-Achse wird mit den Klassengrenzen oder Klassenmitten angegeben. Dem Säulendiagramm (Abb. 109) vorzuziehen ist die andere Art der Darstellung, die die über den Klassenmitten liegenden Häufigkeitspunkte durch gerade Linien verbindet. Dieses Verfahren hat den Vorzug, daß man beim Übereinanderzeichnen verschiedener Häufigkeitskurven den Vergleich leicht durchführen kann. Auf der Merkmalsteilung kann man bei dieser Art der Darstellung von Häufigkeitsverteilungen die Mittelwerte und die Streuung einzeichnen (Abb. 110).

Will man mit der graphischen Darstellung zum Ausdruck bringen, wie groß die Zahl bzw. die Häufigkeit aller unter einer Klasse liegenden Meßwerte

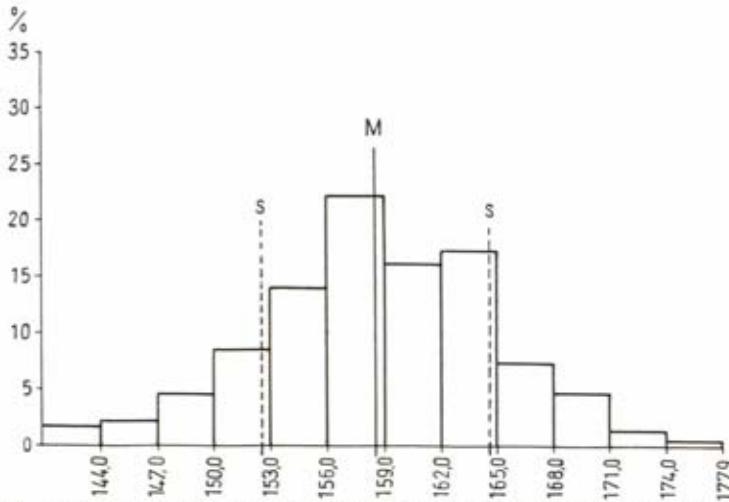


Abb. 109. Häufigkeitspolygon der Körpergröße von 237 Individuen nach der Methode des Säulendiagramms. Arithmetisches Mittel (M) und Streuung (S) sind eingezeichnet (vgl. Tab. nach S. 224).

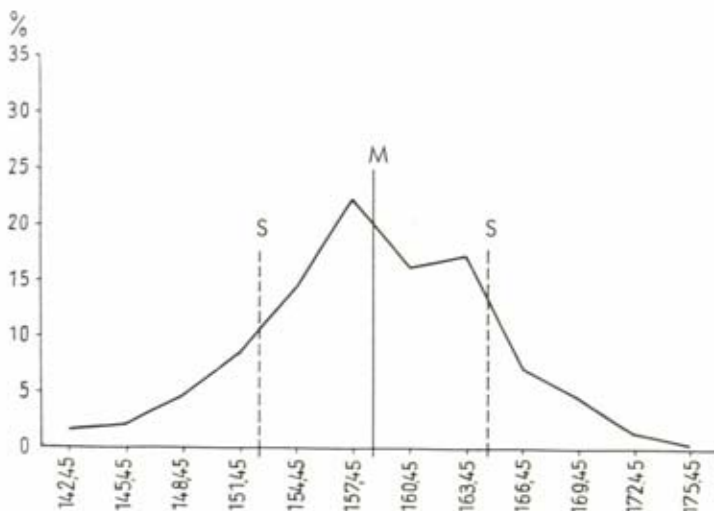


Abb. 110. Verteilung der Körpergröße bei 237 Individuen als Häufigkeitskurve (mit eingezeichnetem Mittelwert und Streuung) (vgl. Abb. 109).



ist, dann wählt man die Summenprozentzahl oder das Summenpolygon. Durch Aufsummieren der jeweiligen Häufigkeiten und Auftragen der so erhaltenen Summenwerte für jede Klasse erhält man einen S-förmigen Linienzug. Durch Verwendung besonderer, logarithmisch geteilter Papiere kann dieser S-förmige Linienzug in eine (mehr oder minder durchgebogene) annähernde Gerade übergehen. Bei dieser Art der Darstellung können der Mittelwert und die Streuung eines (annähernd normal verteilten) Merkmals mit einiger Genauigkeit durch Ablesen geschätzt werden (Abb. 111).

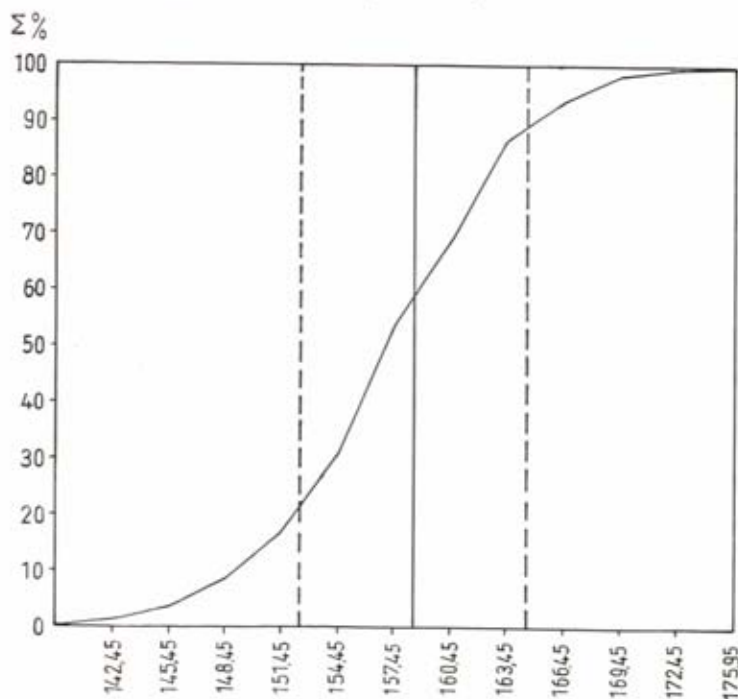


Abb. 111. Körpergröße bei 237 Individuen, dargestellt als Summenprozentkurve (Mittelwert und Streuung sind eingezeichnet) (vgl. Abb. 109 und 110).

Die logarithmische Behandlung von Beobachtungsreihen ist in der Anthropologie noch wenig gebräuchlich. Sie wird zweckmäßigerweise angewendet, wenn in den Verteilungen starke Asymmetrien auftreten. Von besonderer Bedeutung ist die logarithmische Behandlung der Ergebnisse immer dort, wo Reaktionen auf Reize geprüft werden, da diese einander nicht direkt, sondern die Reaktionen dem Logarithmus der Reizstärke proportional sind (WEBER-FECHNERSches Gesetz). Solche Verhältnisse liegen vor bei Immunisierungen, Dosiswirkungsprüfungen, bei natürlichen Wachstum- und Absterbevorgängen (vgl. hier vor allem die Ausführungen von QUENSEL sowie GEBELEIN und HEITE über die sog. Normalverteilung 2. Art). Praktische Bedeutung hat die logarithmische Behandlung der Beobachtungsreihen auch dann, wenn man sich vom störenden Einfluß der absoluten Größe der Beobachtungsgegenstände freimachen will, indem man relative Größen einführt und dann statt mit Quotienten mit den Differenzen der Logarithmen weiterarbeitet.

Bei der graphischen Darstellung aller dieser Aufgaben bedient man sich des käuflichen logarithmischen Millimeterpapiers (SCHLEICHER und SCHÜLL). Dieses Papier erlaubt z. B. bei der Darstellung von Exponentialfunktionen als Gerade ( $x$ -Werte linear auf der Abszisse, auf der Ordinate die BRIGG'schen

Logarithmen von  $y$ ) ein leichteres und genaueres Ablesen der Funktionswerte als an einer Kurve.

Einige besondere Formen der graphischen Darstellung sind die Wachstumskurven, die Abweichungsdiagramme in ihren verschiedenen Formen und Abwandlungen sowie Ähnlichkeitsdiagramme.

Die Wachstumskurven (Abb. 112) und die Abweichungsdiagramme (Abb. 113) beruhen auf dem Prinzip, daß die Abweichungen eines Individuums oder einer Gruppe (hinsichtlich z. B. der Mittelwerte oder Streuungen) von einer Vergleichsgruppe oder einem Vergleichsindividuum graphisch dargestellt werden. Diese Verfahren sind in ihrer einfachen Form am übersichtlichsten.



Abb. 112. Münchener Volksschulkinder aus dem Jahre 1921. Körpergröße (in cm) und Körpergewicht (in kg) bei Knaben und Mädchen. Knaben ——— Mädchen -----, Obere Kurve = Körpergröße, Untere Kurve = Körpergewicht.

Zweckmäßigerweise normiert man die erfaßten Maße auch in diesen einfacheren Darstellungen einheitlich nach der mittleren quadratischen Abweichung (S. 199). Jede weitere Verfeinerung und Mathematisierung läßt diese Art der Darstellung weniger klar werden. Ein Nachteil ist der, daß man nur wenige Individuen miteinander vergleichen kann; die Abweichungsdiagramme werden sehr schnell zu einem nicht mehr durchschaubaren Gewirr von Zickzacklinien, sobald zuviele Individuen zusammengefaßt dargestellt werden. Für den Vergleich weniger Individuen kommt man, wie gesagt, mit den einfacheren und ursprünglichen Methoden aus. An Stelle der komplizierteren Varianten dieser Abweichungsdiagramme wird man besser die nichtgraphischen Methoden verwenden; um so mehr, als der Rechenaufwand zur Erstellung der Unterlagen für die graphische Darstellung ohnehin schon recht groß werden kann, so daß die graphische Darstellung keine Vorteile mehr zu bieten vermag gegenüber den nichtgraphischen.

Ähnliches gilt im Prinzip für die Dreieck- und Viereckvergleiche, in denen die Kombination von drei bzw. vier Merkmalen bei verschiedenen Gruppen dargestellt wird.

Noch mehr Merkmale beziehen die Ähnlichkeitsdiagramme ein. Diese Darstellungen erfordern bei der Betrachtung aber annähernd so viel Abstraktionsvermögen wie die Beurteilung zahlenmäßiger Häufigkeiten; ein wesentlicher analytischer und synthetischer Gewinn ist mit diesen Verfahren nicht zu erzielen.

Für systematische und typologische Untersuchungen wurden diese graphischen Verfahren abgelöst durch die neueren Trennverfahren, die in ihren letzten, auch graphischen, Interpretationen klarer und anschaulicher sind als die älteren graphischen Verfahren. Die Abbildungen 113 und 114 zeigen deutlich,

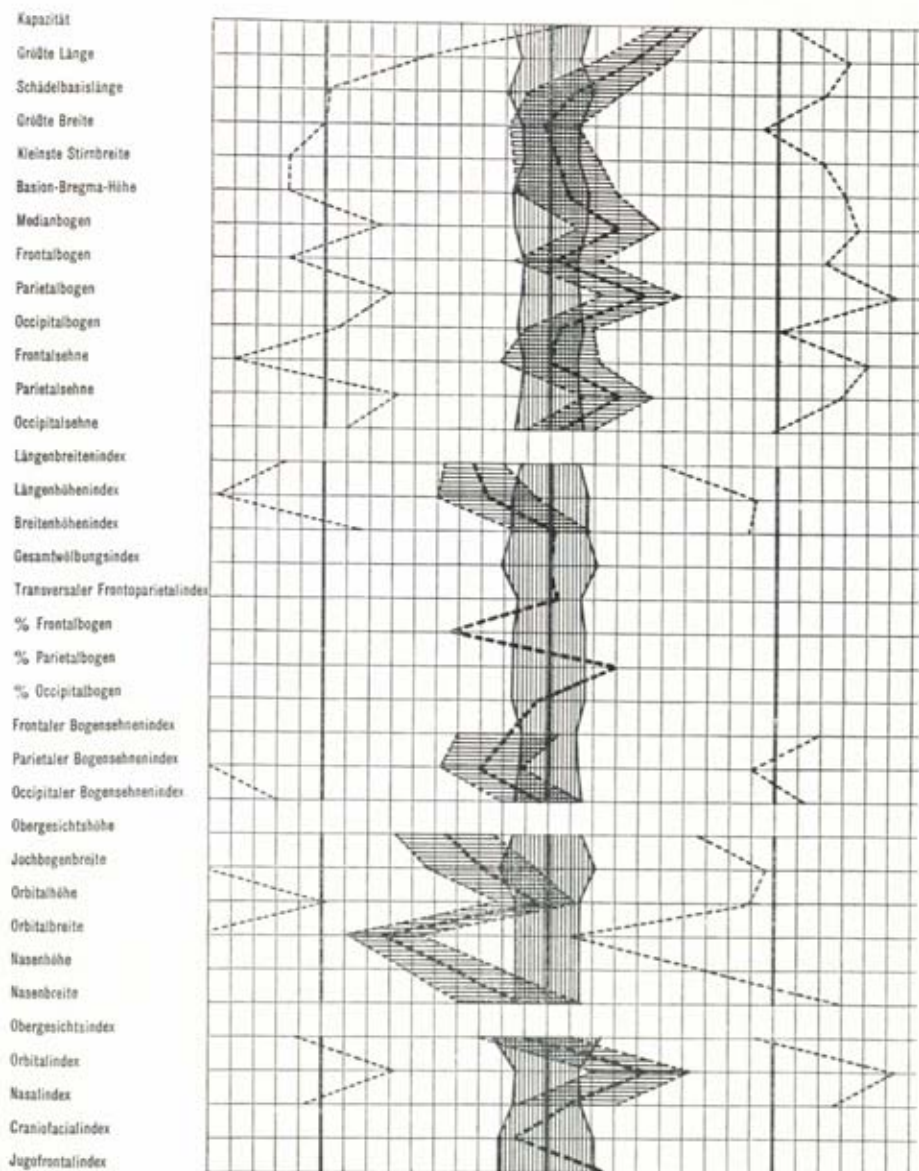


Abb. 113, Abweichungsdiagramm mit Einzeichnung des mittleren Fehlers vom Mittelwert und der Streuung  $\sigma$  der Basisgruppe und der Vergleichsgruppe (n. KRAMP).



wie die älteren graphischen Darstellungen mit ihren Komplizierungen im Bestreben größerer Genauigkeit unanschaulich werden im Vergleich zu den neueren Verfahren, die letzten Endes eine einfache graphische Darstellung erlauben (vgl. S. 239/240).

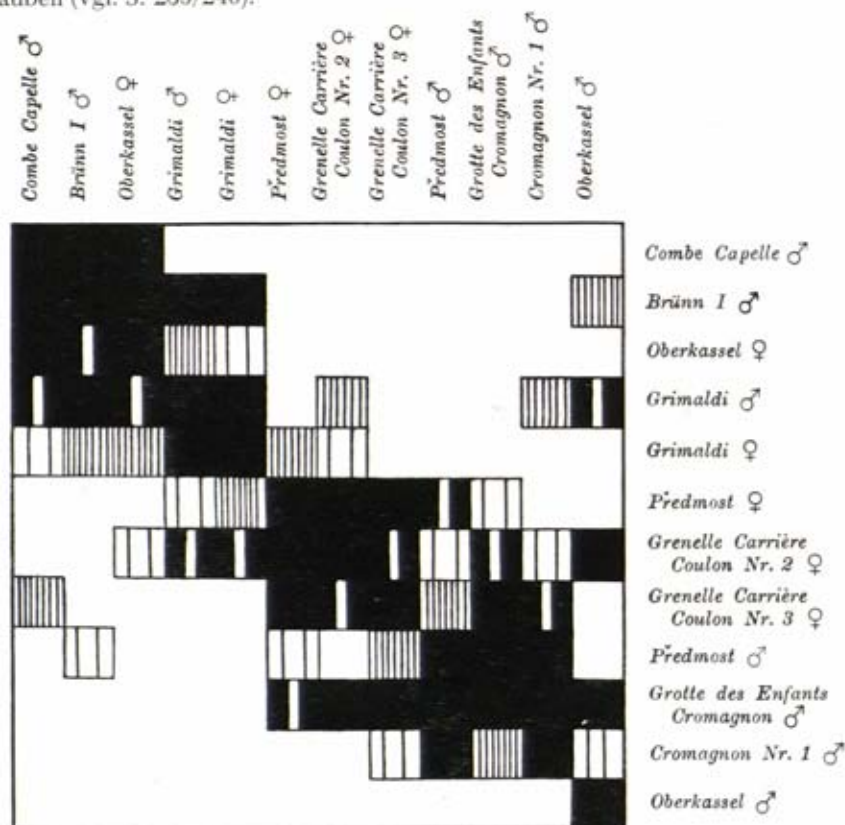


Abb. 114. Die durchschnittliche Abweichung jungpaläolithischer Schädel voneinander, nach der CZEKANOWSKI-Methode berechnet und dargestellt.

### c) Grundbegriffe statistischer Arbeit

Man unterscheidet je nach der Art der Merkmalsbildung und -erfassung qualitative und quantitative Merkmale. Qualitative Merkmale sind z. B. Haarform: schlicht, wellig, spiralig, kraus; oder Augenfarbe nach einer Vergleichstafel. Quantitative Merkmale sind a) kontinuierliche Merkmale: z. B. Körperhöhe in Millimetern, Profilwinkel des Gesichts in Winkelgraden; oder b) diskontinuierliche Merkmale: Leistenhöchstwert im Papillarliniensystem der Fingerbeeren, Kinderzahl. Weiter können unterschieden werden absolute und relative Maßzahlen. Zu der Gruppe der relativen Maßzahlen gehören die Indices und Proportionen, in denen mindestens zwei absolute Maßzahlen rechnerisch zu einer einzigen Zahl, dem Index, verbunden werden.

Alle vorstehend genannten Merkmalsformen werden innerhalb einer Gruppe von Merkmalsträgern als statistische Reihen erfaßt. Die Reihenfolge dieser Merkmalsträger, so wie sie nacheinander beobachtet wurden, nennt man Beobachtungsreihe.

Unter einer **Häufigkeitsverteilung** versteht man die in einer Beobachtungsreihe festgestellten Häufigkeiten für die verschiedenen Ausprägungen eines Merkmals. Die (relative) **Häufigkeit**  $p$  einer Merkmalsausprägung ergibt sich aus deren Anzahl  $h$  (absolute Häufigkeit) in einer Gesamtheit vom Umfang  $n$  nach

$$p = \frac{h}{n} \cdot$$

Die meist gebrauchte prozentuale Häufigkeit errechnet sich nach

$$p\% = \frac{100 \cdot h}{n} \cdot \%$$

Bei qualitativen Merkmalen sind die einzelnen Klassen besetzt mit den Häufigkeiten der ursprünglich gewählten Merkmalsausprägungen. Bei kontinuierlichen quantitativen Merkmalen muß eine mehr oder minder feine Klasseneinteilung getroffen werden, die sich hinsichtlich der Klassenbreite nach dem Umfang des Materials und dem Streubereich des Merkmals sowie nach der Meßgenauigkeit richtet.

Da bei kleinen Umfängen der Beobachtungsreihen die Einteilung in mehrere Klassen meist den Verteilungstypus (in der graphischen Darstellung) nicht klar zum Ausdruck bringt, kann man mit Hilfe des sog. gleitenden Durchschnittes eine optisch befriedigendere Darstellung erreichen (näheres z. B. bei GEBELEIN und HEITE). Es tritt dabei jedoch eine Verzerrung auf, die beim Vergleich mit anderen Verteilungen zu beachten ist.

Für die Analyse eines Materials auf bestimmte Fragestellungen wird dann von bestimmten **Wahrscheinlichkeiten** gesprochen. Der Begriff der Wahrscheinlichkeit ist sehr vielfältig definiert worden.

Man kann als Wahrscheinlichkeit ganz allgemein die relative Häufigkeit eines Ereignisses, bezogen auf eine (endliche oder unendliche) **Grundgesamtheit**, ansehen. Messungsreihen und Ereignisreihen sind als **Stichproben** aus einer übergeordneten Grundgesamtheit aufzufassen. Wichtige Prüffragen lassen sich auf diese Betrachtung zurückführen. Man prüft die Eigenschaften einer Stichprobe im Hinblick auf die zugrunde gelegte hypothetische Gesamtheit oder man schließt aus den Eigenschaften der Stichprobe auf die Gesamtheit. Bei anderer Fragestellung prüft man zwei Stichproben, ob sie einer übergeordneten Gesamtheit entstammen können. Die Fragestellung heißt dabei in ihrer präzisen Fassung: Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, daß zwei Stichproben aus einer übergeordneten Gesamtheit die beobachteten Unterschiede hinsichtlich bestimmter Charakteristika zeigen? Die so erfaßte Wahrscheinlichkeit soll also eine Aussage darüber machen, wie häufig solche und größere Unterschiede wie die beobachteten in zufälligen Stichproben aus einer Grundgesamtheit vorkommen. Ist die Wahrscheinlichkeit (also Häufigkeit) für das Auftreten solcher Differenzen nur sehr gering, dann verwirft man die Hypothese, die Reihen seien echte Stichproben aus einer **gemeinsamen** übergeordneten Gesamtheit. Die **Unterschiede** bezeichnet man als **wesentlich**, gesichert oder echt. Auf diese Prüfung der „Nullhypothese“ baut die Mehrzahl der statistischen Prüfverfahren auf.

Die häufigsten Fragestellungen in der biologischen Statistik zielen auf a-posteriori-Aufgaben hin: Es liegen Aussagen über Messungs- oder Ereignisreihen vor. Mit diesen Aussagen versucht man Informationen zu gewinnen über die Eigenschaften der unbekannten Gesamtheit. Hierher gehört auch der Vergleich von zwei Reihen mit der schon erwähnten Fragestellung, ob sie als Stichprobe

einer übergeordneten Gesamtheit angesehen werden können. In der Erbstatistik überwiegen dagegen mehr a-priori-Aufgaben: Es liegen Kenntnisse über die Grundgesamtheit, etwa auf Grund der Spaltungsverhältnisse bei bekanntem (oder hypothetischem) Erbgang eines Merkmals vor; es soll geprüft werden, ob die empirischen Ergebnisse eine Stichprobe aus der festgelegten Grundgesamtheit sein können.

## 2. Gruppencharakteristika und ihr Vergleich

### a) Statistische Maßzahlen

Die statistischen Maßzahlen sollen passend (consistent), wirksam (efficient) und erschöpfend (sufficient) sein (R. A. FISHER). Je nach der speziellen biologischen und statistischen Fragestellung sowie dem Verteilungstypus der erfaßten Merkmale wird man die eine Maßzahl der anderen gegenüber vorziehen, um diese drei Forderungen zu erfüllen. Im allgemeinen wird man jedoch bei biologischen Verteilungen, die einer Normalverteilung sich annähern, das arithmetische Mittel und die Varianz (Streuung) bevorzugen, da diese beiden Maßzahlen den genannten drei Kriterien am besten genügen.

Die statistischen Maßzahlen werden gruppiert in Umfang, in Mittelwerte, Streuungsmaße und Fehlermaße für die beobachtete Gruppe.

Der Umfang einer Reihe ist definiert als die Anzahl ( $n$ ) der beobachteten Gegenstände (Individuen, Merkmale, Meßwerte usw.).

Wichtig für die Stichprobentheorie ist der vom Umfang der Stichprobe abgeleitete Begriff der Freiheitsgrade (Degrees of Freedom, Abkürzung: df). Man versteht darunter nicht den gesamten Umfang der Stichprobe. Dieser vermindert sich vielmehr um die Zahl der Elemente, die für die Durchführung der jeweils notwendigen Rechnungen schon festgelegt wurden (z. B. Mittelwerte). Da der Begriff der Freiheitsgrade in vielfältiger und unterschiedlicher Form bei den verschiedenen Verfahren auftritt, wird im gegebenen Zusammenhang seine jeweilige Errechnung erklärt werden.

Unter den Mittelwerten ist der wichtigste das arithmetische Mittel. Das arithmetische Mittel  $\mu$  bzw.  $M^*$ ) einer Meßreihe vom Umfang  $n$  mit den Meßwerten  $x$  ist definiert als

$$M_x = \frac{\sum x}{n},$$

d. h.: für die Berechnung des arithmetischen Mittels werden alle Beobachtungswerte summiert, die Summe wird dividiert durch die Anzahl  $n$  der Beobachtungswerte. Ist die Zahl der Einzelwerte sehr groß, dann vereinfacht man die Rechnung dadurch, daß man eine Klasseneinteilung durchführt und die einzelnen Beobachtungswerte ersetzt durch den ihnen zugehörigen Wert der Klassenmitte. Bei der Zusammenfassung mehrerer Mittel zu einem Gesamtmittel ist die Zahl der jeweiligen Beobachtungswerte einer Reihe als Gewicht zu verwenden.

Der Zentralwert (Median) halbiert die Beobachtungsreihe; unterhalb und über ihm liegt jeweils die gleiche Anzahl von Beobachtungen.

Das Dichtemittel (häufigster Wert, Modus) liegt im Häufigkeitsmaximum der Verteilung. Die Bestimmung erfolgt meist schätzungsweise durch Interpolation (höchster Punkt einer durch die Verteilung gelegten Parabel).

\*) Es ist üblich, die Gruppencharakteristika von Grundgesamtheiten mit kleinen griechischen Buchstaben zu bezeichnen. Für die Gruppencharakteristika von Stichproben aus der Grundgesamtheit verwendet man große oder auch kleine lateinische Buchstaben.



Bei symmetrischen Verteilungen fallen das arithmetische Mittel ( $M$ ), der Zentralwert ( $z$ ) und das Dichtemittel ( $d$ ) zusammen. Bei Linksasymmetrie einer eingipfligen Verteilung ist  $d < z < M$ , bei Rechtsasymmetrie ist  $M < z < d$ .

Das geometrische und harmonische Mittel sind weitere, jedoch nur in speziellen Fällen gebrauchte Mittelwerte. In den neueren statistischen Verfahren wird weitaus am häufigsten das arithmetische Mittel verwendet.

Als Streuungsmaße werden eine durchschnittliche und eine mittlere quadratische Abweichung berechnet.

Die durchschnittliche Abweichung (mean deviation) ist definiert als das arithmetische Mittel aus der Summe der Abstände jedes einzelnen Beobachtungswertes von einem Mittelwert der Messungsreihe (meist arithmetisches Mittel, aber auch Dichtemittel oder Zentralwert möglich). Der allgemeine Gebrauch der Durchschnittlichen Abweichung  $e$  ist nicht zu empfehlen.

Die mittlere quadratische Abweichung  $\sigma$  bzw.  $s$  (mittlere Streuung, Standardabweichung, Standard deviation) ist die Quadratwurzel aus dem arithmetischen Mittel der Abstandsquadrate jedes Meßwertes vom arithmetischen Mittel der Reihe. Im neueren Schrifttum wird anstatt  $\sigma$  ( $s$ ) das Streuungsquadrat  $\sigma^2$  ( $s^2$ ), die sog. Varianz (gelegentlich aber auch einfach Streuung genannt) gebraucht. Für die Berechnung gibt es mehrere Verfahren. Im allgemeinen errechnet man die Varianz nicht nach der Definitionsformel

$$s_x^2 = \frac{S(x - M_x)^2}{n_x - 1}$$

sondern nach dem „Summenverfahren“:

$$s_x^2 = \frac{1}{n_x - 1} [Sx^2 - \frac{(Sx)^2}{n_x}]$$

oder mit Hilfe eines vorläufigen — die Werte von  $x$  vereinfachenden — Mittelwertes  $M_x'$  nach

$$s_x^2 = \frac{1}{n_x - 1} S [(x - M_x') - (M_x - M_x')]^2$$

oder nach beiden Abkürzungsverfahren kombiniert (vgl. Tab. nach S. 224).

Die gewählte Klasseneinteilung mit der Breite  $d$  hat einen Einfluß auf die Größe von  $s$ : Je grober die Einteilung ist, um so größer wird der Fehler. Die notwendige Korrektur ergibt sich nach folgender Formel (SHEPPARD):

$$s_{\text{korr}}^2 = s^2 - \frac{d^2}{12}$$

Die Standardabweichung  $s$  ist immer größer als die durchschnittliche Abweichung  $e$ . Eine feste Beziehung zwischen  $s$  und  $e$  besteht nur unter bestimmten Voraussetzungen über den Verteilungstypus.

Der Variabilitätskoeffizient bezieht die Standardabweichung auf den Durchschnittswert:

$$V = \frac{100 \cdot s^2}{M}$$

Ungenau ist die sog. Variationsbreite (Angabe des höchsten und niedrigsten Beobachtungswertes). Sie ist stark abhängig vom Umfang des Materials. In einer Normalverteilung sind die Erwartungswerte, bezogen auf die Streuung  $\sigma$ , für die Variationsbreite bei bestimmtem Umfang der Reihe folgende:

Umfang der Reihe (= n)	Variationsbreite (in $\sigma$ )
5	2,3
10	3,1
20	3,7
50	4,5
100	5,0
500	6,1
1 000	6,5
10 000	7,7
100 000	8,8
1 000 000	9,8

(nach TIPPET und PEARSON; bei KOLLER).

(Ein Beispiel für die Berechnung des arithmetischen Mittels und der modernen quadratischen Abweichung findet sich in der Tab. nach S. 224.)

Der Schätzfehler einer an einer Stichprobe gewonnenen statistischen Maßzahl gegenüber den (unbekannten) tatsächlichen Werten der Gesamtheit, welche der Stichprobe zugrunde liegt, bestimmt sich aus der Streuung der Einzelwerte ( $s$ ) und dem Umfang der Stichprobe ( $n$ ).

Mittlerer Fehler eines Mittelwertes:  $\sigma_M = \frac{s}{\sqrt{n}}$

Mittlerer Fehler der Standardabweichung:  $\sigma_s = \frac{s}{\sqrt{2n}}$

Mittlerer Fehler des Variationskoeffizienten:  $\sigma_V = \frac{V}{\sqrt{2n}}$

Im allgemeinen sollten zur Kennzeichnung einer Gruppe mindestens der Umfang  $n$ , der Mittelwert  $\mu$  bzw.  $M$  und die mittlere quadratische Abweichung  $\sigma$  bzw.  $s$  angegeben werden. Weitere Werte wie Variabilitätskoeffizient oder Fehlermaße lassen sich dann nach diesen Grundangaben jeweils berechnen.

## b) Vergleich von Häufigkeiten und Verteilungen

Auf Grund der statistischen Maßzahlen und teilweise mit ihrer Hilfe werden weitere Vergleiche von Häufigkeiten und Verteilungen durchgeführt. Ihre Darstellung führt vielfach bereits zur Betrachtung bestimmter biologischer Fragen.

Die Verteilung von Merkmalsträgern bestimmter, nicht zu kleiner Grundwahrscheinlichkeiten  $p$  wird bei großem  $n$  häufig durch ein Exponentialgesetz dargestellt, das nach dem Vorgang im englischen Schrifttum als Normalverteilung bezeichnet wird (auch: GAUSS-LAPLACE'sches Gesetz, GAUSS'sche Fehlerkurve, ideale Binomialkurve). Die Normalverteilung erstreckt sich von  $-\infty$  bis  $+\infty$ .

Die Normalverteilung ist nicht anwendbar, wenn die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines Ereignisses so klein ist, daß auch bei großer Beobachtungszahl der Erwartungswert noch klein ist. Die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten solcher selteneren Ereignisse sind durch die von POISSON angegebenen Formeln gegeben. Die Verteilungen dieser Wahrscheinlichkeiten sind asymmetrisch (einseitig bei einem Erwartungswert kleiner als 1), sie nähern sich bei einem Erwartungswert etwa ab 30 der Normalverteilung weitgehend an. (Beispiel für die Anwendung z. B. in der Mutationsforschung bei KOLLER; Fehlergrenzen in KOLLERS „Graphischen Tafeln“.)

Der große Vorteil der Normalverteilung ist der, daß sie schon allein durch das Streuungsmaß  $\sigma$  und den Mittelwert  $\mu$  charakterisiert wird. So läßt sich z. B. der Prozentsatz derjenigen Individualwerte bestimmen, die in einen gewissen Streuungsbereich um den Mittelwert zu liegen kommen:

Bereich	Prozentsatz der erhaltenen Individualwerte
$\mu \pm 0,5\sigma$	38,3
$\mu \pm 1,0\sigma$	68,3
$\mu \pm 1,5\sigma$	86,6
$\mu \pm 2,0\sigma$	95,5
$\mu \pm 2,5\sigma$	98,8
$\mu \pm 3,0\sigma$	99,7
$\mu \pm 4,0\sigma$	100 (99,994)

Die Wendepunkte der Normalverteilungskurve liegen auf der Abszisse  $\pm \sigma$ . Jenseits der Grenze  $\pm 3 \sigma$  liegt ein Wert nur noch mit der Wahrscheinlichkeit 0,0027 (0,27 ‰), also durchschnittlich 1 von 370.

Entsprechend verfährt man bei der Beurteilung der Wahrscheinlichkeiten in Prüfungsaufgaben: Ist eine beobachtete Differenz zwischen Erfahrungs- und Erwartungswert (im weiteren Sinne) größer als das Dreifache von  $\sigma$ , dann sind Erwartungswert und Beobachtungswert nicht miteinander zu vereinbaren, da die gleiche oder eine noch größere Differenz nur mit einer Wahrscheinlichkeit geringer als 0,27 % vorkommt. Diese Aussage gilt dabei immer nur für eine einzelne Stichprobe. Führt man nämlich sehr viele Stichproben durch, dann muß ja (auch wenn keine wesentlichen Unterschiede vorliegen) einmal eine Gruppe auftreten, in der eine Differenzierung größer als  $3 \sigma$  wird. Die Grenze der Signifikanz läßt sich also nicht eindeutig definieren. So wird z. B. im neueren englischen Schrifttum (R. A. FISHER) häufiger gearbeitet mit den Wahrscheinlichkeiten  $P = 0,001$  (0,1 ‰),  $P = 0,01$  (1 ‰) und  $P = 0,05$  (5 ‰). Die absolute Sicherung eines Ergebnisses läßt sich nach der Anlage der statistischen Fragestellung bei der Prüfung also überhaupt nicht durchführen. Die Aussage lautet immer: Die festgestellte und jede höhere Differenz zwischen Beobachtung und Erwartung kommt — bei Gültigkeit der Hypothese, es wäre die empirische Stichprobe eine echte Stichprobe aus der Gesamtheit — nur vor in einer Häufigkeit von 0,27 ‰, 1 ‰, 2 ‰, 5 ‰ usw. (entsprechend den Wahrscheinlichkeiten  $P = 0,0027, 0,001, 0,02, 0,05$  usw.).

Die den Sicherungsgrenzen von 0,27 ‰ sowie 1 ‰ und 5 ‰ entsprechenden Vielfachen des mittleren Fehlers bei kleinen Beobachtungsreihen (und deswegen kleiner Zahl der Freiheitsgrade) sind:

Zahl der Freiheitsgrade $m$	Sicherungsgrenze $P$		
	5 ‰	1 ‰	0,27 ‰
	1,96	2,58	3,00
20	2,1	2,8	3,4
15	2,1	2,9	3,6
12	2,2	3,1	3,8
10	2,2	3,2	4,0
9	2,3	3,3	4,1
8	2,3	3,4	4,3
7	2,4	3,5	4,5
6	2,4	3,7	4,9
5	2,6	4,0	5,5
4	2,8	4,6	6,6
3	3,2	5,8	9,2
2	4,3	9,9	19
1	12,7	64	236

(nach KOLLER).



Für die biologische Statistik ist es von großer Bedeutung, daß auch dann, wenn die ursprüngliche Merkmalsverteilung nicht einer Normalverteilung entspricht, die Mittelwerte solcher (größerer) Beobachtungsreihen normal verteilt sind. Ist die ursprüngliche Verteilungsform der Merkmale schon normal, dann gilt dieses Gesetz für jeden Umfang  $n$ ; je stärker die Abweichung der ursprünglichen Verteilung von der Normalverteilung ist, um so größer muß  $n$  sein, damit die Verteilung der Mittelwerte normal wird. Die Annäherung erfolgt aber doch schon sehr rasch, auch wenn die Ursprungsverteilung stark vom Normalen abweicht. Als eine Schätzung des Schwankungsbereiches eines Mittelwertes kann die  $t$ -Verteilung angesehen werden (R. A. FISHER), die sich herleitet aus dem Verteilungsgesetz von  $s$  in Stichproben. Die Wahrscheinlichkeitswerte der  $t$ -Verteilung sind tabuliert; sie spielen in den verschiedenen Prüfverfahren, vor allem beim Mittelwertvergleich, eine große Rolle. Bei der Beurteilung von Mittelwerten kleinerer Beobachtungsreihen hat das Verteilungsgesetz von  $t$  eine sehr wesentliche Bedeutung erlangt (STUDENT).

Die verschiedenen Formen der statistischen Schlußweisen führen vor allem bei der Beurteilung von Wahrscheinlichkeiten und dann bei dem Vergleich von Häufigkeiten zu unterschiedlichen Methoden. Besondere Bedeutung hat dabei das Problem des Rückchlusses von der Beobachtung auf eine unbekannte Grundwahrscheinlichkeit gewonnen. Von den beiden grundsätzlich verschiedenen Wegen, die hier möglich sind, haben die Verfahren, die zu den Begriffen „Mutungsbereich“, „Vertrauensbereich“ (engl. fiducial limits, confidence interval) geführt haben, mehr Bedeutung erlangt als die auf der BAYESSchen Verteilung (d. h. auf der Gleichwahrscheinlichkeit für die betrachteten Ereignisse oder Merkmalsausprägungen) beruhenden Methoden. Vor allem dadurch, daß für bestimmte Zufallsziffern entsprechende numerische Tafeln und graphische Verfahren zur Ablesung der Mutungsbereiche vorliegen, werden die genannten ersteren Verfahren im praktischen Gebrauch zweckmäßiger. Darüber hinaus scheinen die Ergebnisse dieser Verfahren auch besser zu sein. Auf die entsprechenden Tafeln sei verwiesen (v. SCHELLING, PRIGGE, E. WEBER, KOLLER u. a.). Die Beurteilung der Fälle, in denen Nullproben auftreten (kein Eintreten des erwarteten Ereignisses bei  $n$  Beobachtungen), erfordert dabei besondere Aufmerksamkeit. KOLLER hat hierfür folgende Faustregeln gegeben: Ist bei  $n$  Beobachtungen kein Erfolg aufgetreten, dann ist die zugrunde liegende Wahrscheinlichkeit sicher kleiner als die durch 6 Erfolge bestimmte Ziffer  $\frac{6 \cdot 100}{n} \%$ ; bei  $n = 17, 7, 4, 2$  Beobachtungen ist 5, 4, 3, 2 statt 6 zu setzen. Wenn also z. B. unter 200 Personen einer Gegend kein Schizophrener gefunden wird, dann wird damit nur bewiesen, daß dort die Schizophrenie nicht häufiger als 3 % ist (genauer nach den KOLLERSchen Tafeln: 2,9 %).

Welche Zahlen positiver Beobachtungen in solchen Fällen zulässig sind, wenn die zu erwartende Zahl kleiner als 9 ist, zeigt die nachfolgende Tabelle:

Höchste zugelassene Anzahl der positiven Beobachtungen, wenn die zu erwartende Anzahl kleiner als 9 ist (nach ESSEN-MÖLLER, Compendium i statistik, S. 65).

Erwartete Anzahl	Höchste zugelassene Anzahl	Erwartete Anzahl	Höchste zugelassene Anzahl
0,03	1	3,7—4,2	11
0,04—0,2	2	4,3—4,8	12
0,3—0,4	3	4,9—5,4	13
0,5—0,7	4	5,5—6,0	14
0,8—1,1	5	6,1—6,6	15
1,2—1,6	6	6,7—7,2	16
1,7—2,0	7	7,3—7,9	17
2,1—2,5	8	8,0—8,5	18
2,6—3,0	9	8,6	etwa $M + 3 \sqrt{M}$
3,1—3,6	10		

(Tab. aus B. SCHULZ).

Zur statistischen Festlegung von Häufigkeiten und Verteilungen sind verschiedene Verfahren möglich.

Beim Vergleich zweier Häufigkeiten kann man fast immer die Vierfeldertafel benutzen. Die Methode der Wahl ist hier das  $\chi^2$ -Verfahren, das auch für Mehrfeldertafeln angewandt werden kann. Den Vergleich von Messungsreihen führt man durch über den Vergleich der Mittelwerte und der Streuungen. Grö-

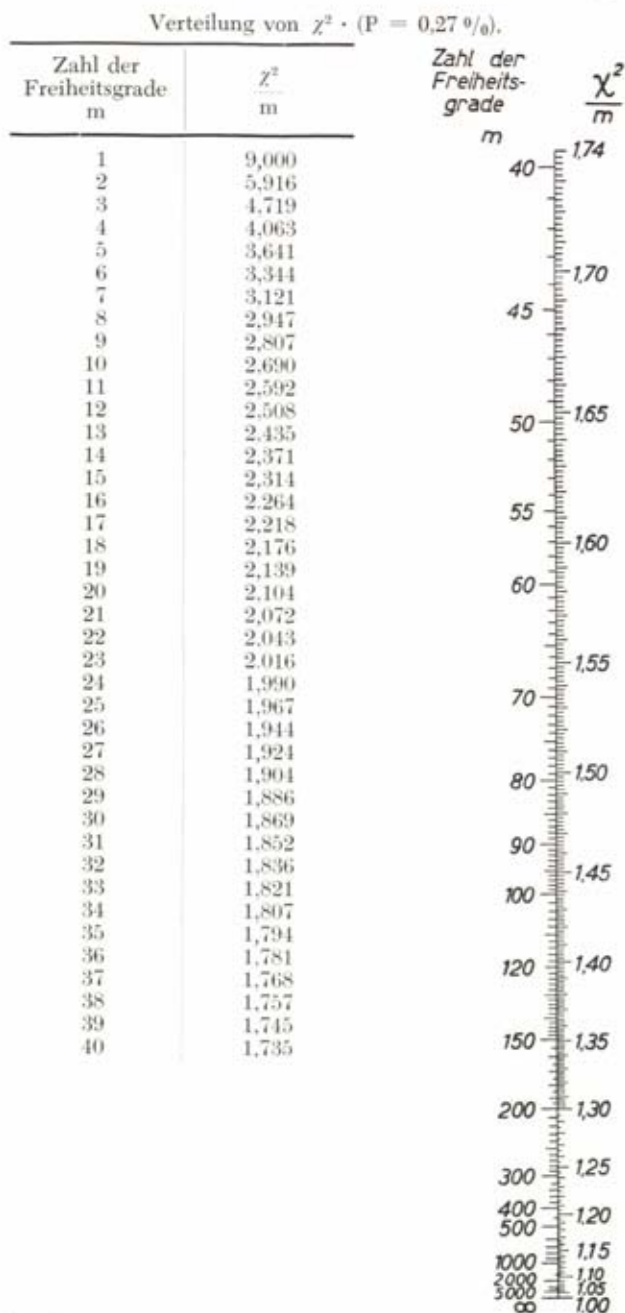
Verteilung von  $\chi^2$ . (In der Kopfspalte die Wahrscheinlichkeitswerte für 0,1%, 1%, 2%, 5%, 10% usw., in der linken äußeren Spalte die Zahl der Freiheitsgrade.)

n	.99	.98	.95	.90	.80	.70	.50	.30	.20	.10	.05	.02	.01	.001
1	.000157	.00028	.00393	.0158	.0612	.148	.455	1.074	1.642	2.706	3.841	5.412	6.635	10.827
2	.0201	.0404	.101	.211	.446	.713	1.386	2.408	3.219	4.605	5.991	7.824	9.210	13.815
3	.0115	.0243	.054	.115	.236	.410	1.213	2.366	3.000	4.101	5.408	6.941	8.342	12.838
4	.0097	.0200	.041	.084	.171	.301	1.064	2.357	3.357	4.298	5.408	6.941	8.342	12.838
5	.0084	.0175	.035	.071	.140	.250	1.145	2.336	3.336	4.298	5.408	6.941	8.342	12.838
6	.0072	.0154	.031	.061	.125	.224	1.035	2.204	3.070	3.828	5.348	7.231	8.558	12.592
7	.0064	.0140	.028	.054	.112	.200	1.000	2.167	2.938	3.646	5.152	6.851	8.342	12.592
8	.0058	.0129	.026	.050	.104	.188	.968	2.133	2.898	3.599	5.019	6.708	8.154	12.338
9	.0054	.0120	.024	.047	.100	.182	.936	2.101	2.858	3.559	4.979	6.668	8.114	12.191
10	.0050	.0114	.023	.045	.096	.177	.905	2.064	2.819	3.520	4.939	6.629	8.075	12.043
11	.0047	.0108	.022	.043	.092	.172	.875	2.027	2.780	3.481	4.899	6.590	8.035	11.896
12	.0044	.0103	.021	.041	.088	.167	.846	1.990	2.742	3.442	4.859	6.551	7.996	11.749
13	.0042	.0099	.020	.039	.085	.162	.818	1.953	2.704	3.403	4.819	6.512	7.957	11.602
14	.0040	.0096	.019	.037	.082	.157	.791	1.916	2.666	3.364	4.779	6.473	7.918	11.456
15	.0038	.0093	.018	.035	.080	.152	.765	1.879	2.628	3.325	4.739	6.434	7.879	11.310
16	.0036	.0090	.017	.034	.078	.147	.740	1.842	2.590	3.286	4.700	6.395	7.840	11.164
17	.0035	.0088	.016	.033	.076	.142	.715	1.805	2.552	3.247	4.661	6.356	7.801	11.018
18	.0034	.0086	.015	.032	.074	.137	.690	1.768	2.514	3.208	4.622	6.317	7.762	10.872
19	.0033	.0084	.014	.031	.072	.132	.666	1.731	2.476	3.169	4.583	6.278	7.723	10.726
20	.0032	.0082	.013	.030	.070	.127	.642	1.694	2.438	3.130	4.544	6.239	7.684	10.580
21	.0031	.0080	.012	.029	.068	.122	.618	1.657	2.400	3.091	4.505	6.200	7.645	10.434
22	.0030	.0079	.011	.028	.066	.117	.594	1.620	2.362	3.052	4.466	6.161	7.606	10.288
23	.0029	.0077	.010	.027	.064	.112	.570	1.583	2.324	3.013	4.427	6.122	7.567	10.142
24	.0028	.0076	.009	.026	.062	.107	.546	1.546	2.286	2.974	4.388	6.083	7.528	10.000
25	.0027	.0074	.008	.025	.060	.102	.522	1.509	2.248	2.935	4.349	6.044	7.489	9.854
26	.0026	.0073	.007	.024	.058	.097	.500	1.472	2.210	2.896	4.310	6.005	7.450	9.708
27	.0025	.0071	.006	.023	.056	.092	.477	1.435	2.172	2.857	4.271	5.966	7.411	9.562
28	.0024	.0070	.005	.022	.054	.087	.454	1.398	2.134	2.818	4.232	5.927	7.372	9.416
29	.0023	.0069	.004	.021	.052	.082	.431	1.361	2.096	2.779	4.193	5.888	7.333	9.270
30	.0022	.0068	.003	.020	.050	.077	.408	1.324	2.058	2.740	4.154	5.849	7.294	9.124

Aus: FISHER-YATES, Statistical Tables for Biological, Medical and Agricultural Research. Oliver & Boyd Ltd, Edinburgh.

ßere Reihen vergleicht man zweckmäßigerweise in ihren Verteilungen der Einzelwerte an Hand des  $\chi^2$ -Verfahrens.

Auf die Methoden der Kurvenausgleichung, der Ausgleichung von Häufigkeitsverteilungen und der Standardisierung soll an dieser Stelle nicht eingegangen werden;





es wird verwiesen auf den zusammengefaßten kurzen Abschnitt zu diesen Problemen bei KOLLER.

Das Vierfelderschema ( $2 \times 2$ -Tafel) für den Vergleich von Merkmalshäufigkeiten (und die Untersuchung von Zusammenhängen) wird hauptsächlich bei qualitativen Merkmalen verwendet. Es kann aber auch bei quantitativen Merkmalen angewandt werden, wenn man die Messungsreihe aufteilt in zwei Gruppen, etwa nach dem Schema groß:klein. Man vermeide jedoch diese Art der Klassenbildung möglichst. Will man eine solche Einteilung doch vornehmen, dann ist eine Kontinuitätskorrektur (YATES) anzubringen.

In ihrer allgemeinen Form hat die  $2 \times 2$ -Tafel folgendes Aussehen:

Merkmal	A	Nicht-A	
B	a	c	a + c
Nicht-B	b	d	b + d
	a + b	c + d	a + b + c + d

Sind die Merkmale A und B voneinander unabhängig, dann ist die Verteilung in den vier Feldern zufällig, d. h. die Häufigkeiten in der Reihe B sind nicht wesentlich verschieden von den Häufigkeiten der Reihe „Nicht-B“.

Man kann diesen Vergleich durchführen in der Form des üblichen Häufigkeitsvergleiches.

Bei entsprechend großen Umfängen benutzt man hierfür mit einiger Genauigkeit die graphischen Tafeln von KOLLER. Hierzu muß man für die angegebene Tafel jeweils zwei Vergleiche durchführen.

Einfacher ist das  $\chi^2$ -Verfahren, das die Vergleiche in einem Prüfungsgang zusammenfaßt: In diesem Verfahren prüft man, ob und inwieweit die Erfahrungswerte (beobachtete, absolute Besetzungen der vier Felder) von den Erwartungswerten, wie sie sich bei zufälliger Verteilung in den vier Feldern ergeben würden, abweichen.

Die Zahl der Freiheitsgrade df ist dabei 1. Die Errechnung der Erwartungswerte für jedes einzelne Feld erspart man sich durch die Formel

$$\chi^2 = \frac{(ad - bc)^2 (a + b + c + d)}{(a + b)(c + d)(a + c)(b + d)}$$

Die Wahrscheinlichkeitswerte  $\chi^2$  sind in der Tabelle S. 203 tabuliert.

Rechenbeispiel: Die Untersuchung der Haar- und Augenfarben (als Alternativmerkmal vereinfacht) brachte folgendes Ergebnis (WICHMANN<sup>o</sup>):

Merkmal		Haarfarbe		
		hell	dunkel	
Augenfarbe	hell	40	41	81
	dunkel	20	52	72
		60	93	153

Es soll geprüft werden, ob die empirischen Werte von einer zufälligen Besetzung der Felder abweichen, m. a. W. ob z. B. die unter den 153 Männern insgesamt festgestellte

<sup>o</sup>) D. WICHMANN (1953): Über die Vererbung der Iriskrypten und ihren Zusammenhang mit der Iripigmentierung. *Acta geneticæ medicæ et gemellologiæ* 2, 399–406.

Verteilung der Haarfarben von der unter den 81 Männern heller Augenfarbe gefundenen wesentlich verschieden ist.

Bei Verwendung der  $\chi^2$ -Methode muß nach der Bemerkung S. 205 eine YATES-Korrektur angebracht werden. Die korrigierte  $\chi^2$ -Formel lautet in der dortigen Bezeichnungsweise:

$$\chi^2 = \frac{(|ad - bc| - 0,5 \cdot n)^2 \cdot n}{(a + b)(c + d)(a + c)(b + d)}$$

Für unser Beispiel erhält man

$$\chi^2 = \frac{(|40 \cdot 52 - 20 \cdot 41| - 0,5 \cdot 153)^2 \cdot 153}{60 \cdot 93 \cdot 81 \cdot 72} = 6,585$$

Dem entspricht nach der  $\chi^2$ -Tafel (für  $df = 1$ ) ein  $P < 0,02$ . Die Abweichung der empirischen von einer zufälligen Verteilung ist so mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 2 % gesichert.

Über die  $2 \times 2$ -Tafel kann leicht der Zusammenhang zwischen den geprüften Merkmalen A und B berechnet werden. Da der Korrelationskoeffizient  $r$  (S. 218) sich errechnet nach

$$r^2 = \frac{(ad - bc)^2}{(a + b)(c + d)(a + c)(b + d)}$$

wird seine enge Beziehung zu  $\chi^2$  verständlich:

$$n \cdot r^2 = \chi^2.$$

In unserem obigen Rechenbeispiel ergibt sich für den Zusammenhang zwischen Haar- und Augenfarbe ein Korrelationskoeffizient

$$r = \sqrt{\frac{6,585}{153}} = 0,66$$

Selbstverständlich hat dieses Ergebnis nur für eine Gesamtheit von Merkmalsträgern Gültigkeit, für welche die untersuchte Stichprobe repräsentativ ist.

Der Kontingenzkoeffizient  $C$  hängt in der  $2 \times 2$ -Tafel zusammen mit  $\chi^2$  und  $r$ :

$$C^2 = \frac{r^2}{1 + r^2}$$

Der Assoziationskoeffizient von YULE:

$$\frac{ad - bc}{ad + bc}$$

(Zusammenhangszahl nach SCHEIDT) bietet keine Vorteile gegenüber  $\chi^2$  und dem Korrelationskoeffizienten  $r$ .

Das  $\chi^2$ -Verfahren setzt voraus, daß in keinem Feld der  $2 \times 2$ -Tafel der Erwartungswert niedriger als 5, besser nicht niedriger als 10 ist. Sind die Erwartungswerte der  $2 \times 2$ -Tafel kleiner als 5, kann das  $\chi^2$ -Verfahren in der oben angegebenen Form nicht angewandt werden.

In solchen Fällen stehen besondere, kombinatorische Verfahren zur Verfügung, mit denen weitgehend exakte Ergebnisse zu erzielen sind (R. A. FISHER, PÄTAU, v. SCHELLING). Um den u. U. nicht unerheblichen Rechenaufwand für das sog. „direkte“ Verfahren von FISHER zu vermeiden, kann man die von FINNEY zusammengestellten Tafeln für geringe Umfänge benutzen. Für diese speziellen Verfahren sei auf die Originalliteratur verwiesen.

Mit der  $2 \times 2$ -Tafel lassen sich lediglich Alternativmerkmale erfassen. Mehrfach abgestufte Merkmale führen zu Mehrfeldertafeln:

Merkmal	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	...	A <sub>r</sub>	
B <sub>1</sub>	a <sub>11</sub>	a <sub>21</sub>	...	a <sub>r1</sub>	n <sub>1</sub>
B <sub>2</sub>	a <sub>12</sub>	a <sub>22</sub>	...	a <sub>r2</sub>	n <sub>2</sub>
...	...	...	...	...	...
B <sub>s</sub>	a <sub>1s</sub>	a <sub>2s</sub>	...	a <sub>rs</sub>	n <sub>s</sub>
	m <sub>1</sub>	m <sub>2</sub>	...	m <sub>r</sub>	N

Da meist nach der Unabhängigkeit im ganzen Schema gefragt wird, benützt man auch hierzu zweckmäßigerweise das  $\chi^2$ -Verfahren in der Form

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^s \frac{(a_{ik} - a'_{ik})^2}{a'_{ik}}.$$

Die Erwartungswerte  $a'_{ik}$  errechnen sich jeweils aus den einem Feld zugehörigen Randsummen nach

$$a'_{ik} = \frac{n_i m_k}{N}$$

Die Zahl der Freiheitsgrade ist

$$df = (r-1)(s-1),$$

wobei  $r$  und  $s$  jeweils die Zahl der Merkmalsklassen angeben.

Ein Sonderfall der Mehrfeldertafel liegt vor, wenn eine empirische Häufigkeitsverteilung mit einer theoretischen verglichen werden soll. Man benützt auch hierzu zweckmäßigerweise das  $\chi^2$ -Verfahren;  $\chi^2$  ist dabei ein Maß für die Abweichungen in der empirischen Häufigkeitsverteilung gegenüber den Erwartungswerten in der theoretischen. Man kann damit prüfen, ob eine beobachtete Verteilung abweicht z. B. von einer Normalverteilung. Die Häufigkeiten der Normalverteilung werden dabei errechnet aus Mittelwert und Streuung der empirischen Reihe und als Erwartungswerte benützt. Die empirischen Klassen werden schrittweise mit den Erwartungswerten verglichen, die Abweichungen werden quadriert, und der so erhaltene Wert wird dividiert durch den Erwartungswert; es resultiert je Klasse ein  $\chi^2$ -Teilwert. Die Reihenfolge der Abweichungen nach Vorzeichen und Größe ist bei der nun folgenden Summierung der  $\chi^2$ -Teilwerte ohne besondere Bedeutung. Da kein Erwartungswert kleiner als 5 sein soll, legt man zu kleine Klassen zusammen. Nötigenfalls nimmt man eine Veränderung der Klassenbreite oder eine Verschiebung der Klassengrenzen vor, da das Ergebnis der  $\chi^2$ -Prüfung stark von der jeweils gewählten Klasseneinteilung bestimmt werden kann. Je größer  $\chi^2$ , um so schlechter ist die Übereinstimmung. Ist  $\chi^2$  sehr klein, ergibt sich also ein sehr hoher Wert für die Wahrscheinlichkeit  $P$ , dann darf allerdings noch nicht ohne weiteres auf eine besonders gute Übereinstimmung der Beobachtung mit der Hypothese geschlossen werden. Fehler in der Beobachtung sowie in der gesamten Anlage der Prüfung können diesem guten Wert zugrunde liegen.

Der Vergleich mehrerer empirischer Häufigkeitsverteilungen wird analog durchgeführt. Die Prüffrage lautet: Können die den Häufigkeitsverteilungen zugrunde liegenden Stichproben aus einer gemeinsamen übergeordneten Gesamtheit entstammen? Die Erwartungswerte werden gebildet aus den Mitteln zwischen den relativen Häufigkeiten der jeweils korrespondierenden Klassen. Anstatt



die Erwartungswerte einzeln auszurechnen, kann man den Rechengang abkürzen durch Verwendung der Formel

$$\chi^2 = \frac{1}{n \cdot n'} \sum_{i=1}^k \frac{(n \cdot h_i' - n' \cdot h_i)^2}{h_i + h_i'}$$

( $h_i$  und  $h_i'$ : beobachtete absolute Häufigkeit in der  $i$ -ten Klasse,  $n$  und  $n'$ : Umfänge der Reihen). Die Zahl der Freiheitsgrade bei  $k$ -Klassen ist

$$df = k - 1.$$

Beispiel (n. WICHMANN): Es soll untersucht werden, ob die gefundene Verteilung der Kopfumfänge bei 459 erwachsenen Männern aus 10 württembergischen Dorfuntersuchungen rein nach den Zufallsgesetzen aufgebaut ist oder nicht. Abbildung 1 zeigt die gefundene und die erwartete Häufigkeitsverteilung, die sich im allgemeinen miteinander decken.

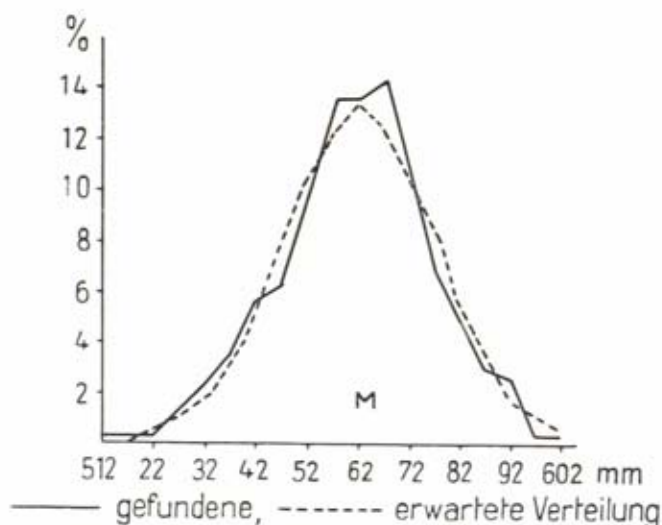


Abb. 115. Die Kopfumfänge bei erwachsenen Männern.

Die Berechnung von  $\chi^2$ .

Klassen- mitten	gefunden	erwartet	Differenz zw. Sp. 2 u. 3	quadrierte Diff.	Spalte 5 Spalte 3
1	2	3	4	5	6
512 — 527	8	7,1	+ 0,9	0,81	0,11
532	11	8,5	+ 2,5	6,25	0,74
537	16	15,5	+ 0,5	0,25	0,02
542	26	25,3	+ 0,7	0,49	0,02
547	28	37,0	— 9,0	81,00	2,19
552	46	48,8	— 2,8	7,84	0,16
557	62	57,5	+ 4,5	20,25	0,35
562	62	60,6	+ 1,4	1,96	0,03
567	66	57,5	+ 8,5	72,25	1,26
572	48	48,8	— 0,8	0,64	0,01
577	32	37,0	— 5,0	25,00	0,68
582	24	25,3	— 1,3	1,69	0,07
587	14	15,5	— 1,5	2,25	0,14
592	12	8,5	+ 3,5	12,25	1,44
597 — 602	4	5,1	— 1,1	1,21	0,24
zusammen	459	458			7,42

Endlich ist noch der Vergleich zweier Verteilungen eines quantitativen Merkmals an Hand von Streuung und Mittelwert zu erörtern.

In den nachfolgenden Prüfverfahren wird die Annahme gemacht, daß die beiden zu untersuchenden Stichproben normal oder normalisiert sind. Zumindest ist zu fordern, daß Streuung und Mittelwert innerhalb der beiden Stichproben zu ihrer Charakterisierung genügen. Entscheidend ist die Tatsache, daß Mittelwerte größerer Beobachtungsreihen der Normalverteilung folgen, gleichgültig, welche Häufigkeitsverteilung die Ausgangsgesamtheit aufweist. Dies dürfte für die Mehrzahl der in der Anthropologie gebräuchlichen Merkmale zutreffen.

Da sich die Methoden zur Prüfung der Mittelwerte unterscheiden, je nachdem ob homogene oder heterogene Streuung vorliegt, d. h. je nachdem die Streuungen in den zu vergleichenden Stichproben wesentlich gleich (schärfere Prüfung!) oder verschieden bzw. unbekannt sind, hat dem Mittelwertsvergleich zweckmäßigerweise ein Vergleich der Streuungen voranzugehen.

Für die Beurteilung der verschiedenen Prüfgrößen stehen Tabellen zur Verfügung, deren Werte praktisch angeben, mit welcher Irrtumswahrscheinlichkeit im einzelnen Falle die Ablehnung der Nullhypothese belastet ist.

Für den Vergleich zweier Streuungen stehen verschiedene Prüfgrößen zur Verfügung:

Bezeichnet man mit  $s_1^2$  die Varianz der Stichproben vom Umfang  $n_1$  und mit  $s_2^2$  die der Stichprobe vom Umfang  $n_2$ , dann ergibt sich nach

$$u = \frac{s_1 - s_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{2n_1} + \frac{s_2^2}{2n_2}}}$$

eine Prüfgröße  $u$ , deren Wahrscheinlichkeitswerte einer Normalverteilungstabelle (siehe unten) entnommen werden können.

Werte der Normalverteilung (zur Prüfung normal verteilter Werte).

P	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	P
0,00	$\infty$	1,644 854	1,281 552	1,036 433	0,841 621	0,00
0,01	2,575 829	1,598 193	1,253 565	1,015 222	0,823 894	0,01
0,02	2,326 348	1,554 774	1,226 528	0,994 458	0,806 421	0,02
0,03	2,170 090	1,514 102	1,200 359	0,974 114	0,789 192	0,03
0,04	2,053 749	1,475 791	1,174 987	0,954 165	0,772 193	0,04
0,05	1,959 964	1,439 531	1,150 349	0,934 589	0,755 415	0,05
0,06	1,880 794	1,405 072	1,126 391	0,915 365	0,738 847	0,06
0,07	1,811 911	1,372 204	1,103 063	0,896 473	0,722 479	0,07
0,08	1,750 686	1,340 755	1,080 319	0,877 896	0,706 303	0,08
0,09	1,695 398	1,310 579	1,058 122	0,859 617	0,690 309	0,09
P	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	P
0,00	0,674 490	0,524 401	0,385 320	0,253 347	0,125 661	0,00
0,01	0,658 838	0,510 073	0,371 856	0,240 426	0,113 039	0,01
0,02	0,643 345	0,495 850	0,358 459	0,227 545	0,100 434	0,02
0,03	0,628 006	0,481 727	0,345 126	0,214 702	0,087 845	0,03
0,04	0,612 813	0,467 699	0,331 853	0,201 893	0,075 270	0,04
0,05	0,597 760	0,453 762	0,318,639	0,189 118	0,062 707	0,05
0,06	0,582 841	0,439 913	0,305 481	0,176 374	0,050 154	0,06
0,07	0,568 051	0,426 148	0,292 375	0,163 658	0,037 608	0,07
0,08	0,553 385	0,412 463	0,279 319	0,150 969	0,025 069	0,08
0,09	0,538 836	0,398 855	0,266 311	0,138 304	0,012 533	0,09

Aus: LINDER, A., Statistische Methoden. Birkhäuser, Basel 1951.

F-Verteilung. (Fettgedruckte Ziffern geben Werte für  $P = 1\%$  an, Magerdruck für  $P = 5\%$ . Für das Aufsuchen eines F-Wertes nehme man die Freiheitsgrade der größeren Streuung ( $n_1$ ) aus der oberen waagrechten Kopfspalte, die der kleineren aus der senkrechten Randspalte.)

$n_2$	$n_1$																				$\infty$		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500
1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244	245	246	248	249	250	251	252	253	254	254	254
2	4,052	4,999	5,403	5,625	5,764	5,859	5,928	5,981	6,022	6,056	6,082	6,106	6,122	6,139	6,203	6,234	6,253	6,286	6,302	6,323	6,334	6,352	6,361
3	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,36	19,37	19,38	19,39	19,40	19,41	19,42	19,43	19,44	19,45	19,46	19,47	19,47	19,48	19,49	19,49	19,50
4	98,49	99,00	99,17	99,45	99,30	99,33	99,34	99,36	99,38	99,40	99,41	99,42	99,43	99,44	99,45	99,46	99,47	99,48	99,48	99,49	99,49	99,49	99,50
5	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,88	8,84	8,81	8,78	8,76	8,74	8,71	8,69	8,66	8,64	8,62	8,60	8,58	8,57	8,56	8,54	8,53
6	34,12	30,82	29,46	28,71	28,24	27,91	27,67	27,49	27,34	27,23	27,13	27,05	26,92	26,83	26,69	26,60	26,50	26,41	26,35	26,27	26,23	26,18	26,14
7	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96	5,93	5,91	5,87	5,84	5,80	5,77	5,74	5,71	5,70	5,68	5,66	5,64	5,63
8	21,20	18,00	16,59	15,98	15,52	15,21	14,98	14,80	14,66	14,54	14,45	14,37	14,24	14,15	14,02	13,93	13,83	13,74	13,69	13,61	13,57	13,52	13,46
9	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,78	4,74	4,70	4,68	4,64	4,60	4,56	4,53	4,50	4,46	4,44	4,42	4,40	4,38	4,37
10	16,26	13,27	12,06	11,39	10,97	10,67	10,45	10,27	10,15	10,05	9,96	9,89	9,77	9,68	9,55	9,47	9,38	9,29	9,24	9,17	9,13	9,07	9,04
11	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06	4,03	4,00	3,96	3,92	3,87	3,84	3,81	3,77	3,75	3,72	3,71	3,69	3,67
12	13,74	10,92	9,78	9,15	8,75	8,47	8,26	8,10	7,98	7,87	7,79	7,72	7,60	7,52	7,39	7,31	7,23	7,14	7,09	7,02	6,99	6,94	6,90
13	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,63	3,60	3,57	3,52	3,49	3,44	3,41	3,38	3,34	3,32	3,29	3,28	3,25	3,24
14	12,25	9,55	8,45	7,85	7,46	7,19	7,00	6,84	6,71	6,62	6,54	6,47	6,35	6,27	6,15	6,07	5,98	5,90	5,85	5,78	5,75	5,70	5,67
15	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,34	3,31	3,28	3,23	3,20	3,15	3,12	3,08	3,05	3,03	3,00	2,98	2,96	2,94
16	11,26	8,65	7,59	7,01	6,63	6,37	6,19	6,03	5,91	5,82	5,74	5,67	5,56	5,48	5,36	5,28	5,20	5,11	5,06	5,00	4,96	4,91	4,88
17	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,13	3,10	3,07	3,02	2,98	2,93	2,90	2,86	2,82	2,80	2,77	2,76	2,73	2,71
18	10,56	8,02	6,99	6,42	6,06	5,80	5,62	5,47	5,35	5,26	5,18	5,11	5,00	4,92	4,80	4,73	4,64	4,56	4,51	4,45	4,41	4,36	4,33
19	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,97	2,94	2,91	2,86	2,82	2,77	2,74	2,70	2,67	2,64	2,61	2,59	2,56	2,54
20	10,04	7,56	6,55	5,99	5,64	5,39	5,21	5,06	4,95	4,85	4,78	4,71	4,60	4,52	4,41	4,33	4,25	4,17	4,12	4,05	4,01	3,96	3,93
21	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,86	2,82	2,79	2,74	2,70	2,65	2,61	2,57	2,53	2,50	2,47	2,45	2,42	2,41
22	9,65	7,20	6,22	5,67	5,32	5,07	4,88	4,74	4,63	4,54	4,46	4,40	4,29	4,21	4,10	4,02	3,94	3,86	3,80	3,74	3,70	3,66	3,62
23	4,75	3,88	3,49	3,26	3,11	3,00	2,92	2,85	2,80	2,76	2,72	2,69	2,64	2,60	2,54	2,50	2,46	2,42	2,40	2,38	2,35	2,32	2,31
24	9,33	6,93	5,95	5,41	5,06	4,82	4,65	4,50	4,39	4,30	4,22	4,16	4,05	3,98	3,86	3,78	3,70	3,61	3,56	3,49	3,46	3,41	3,38
25	4,67	3,80	3,41	3,18	3,02	2,92	2,84	2,77	2,72	2,67	2,63	2,60	2,55	2,51	2,46	2,42	2,38	2,34	2,32	2,28	2,26	2,24	2,22
26	9,07	6,70	5,74	5,20	4,86	4,62	4,44	4,30	4,19	4,10	4,02	3,96	3,85	3,78	3,67	3,59	3,51	3,42	3,37	3,30	3,27	3,21	3,18



## Fortsetzung

$n_2$	$n_1$																							$n_2$	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	$\infty$	
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.77	2.70	2.65	2.60	2.56	2.53	2.48	2.44	2.39	2.35	2.31	2.27	2.24	2.21	2.19	2.16	2.14	2.13	14
15	8.56	6.51	5.56	5.03	4.69	4.46	4.28	4.14	4.03	3.94	3.86	3.80	3.70	3.62	3.51	3.43	3.34	3.26	3.21	3.14	3.11	3.06	3.02	3.00	15
16	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.14	4.00	3.89	3.80	3.73	3.67	3.56	3.48	3.36	3.29	3.20	3.12	3.07	3.00	2.97	2.92	2.89	2.87	16
17	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.78	3.69	3.61	3.55	3.45	3.37	3.25	3.18	3.10	3.01	2.96	2.89	2.86	2.80	2.77	2.75	17
18	8.40	6.11	5.18	4.67	4.34	4.10	3.93	3.79	3.68	3.59	3.52	3.45	3.35	3.27	3.16	3.06	3.00	2.92	2.86	2.79	2.76	2.70	2.67	2.65	18
19	8.28	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.85	3.71	3.60	3.51	3.44	3.37	3.27	3.19	3.07	3.00	2.91	2.83	2.78	2.71	2.66	2.62	2.59	2.57	19
20	8.18	6.93	5.91	4.59	4.17	3.94	3.77	3.63	3.52	3.43	3.36	3.30	3.19	3.12	3.00	2.92	2.84	2.76	2.70	2.63	2.60	2.54	2.51	2.49	20
21	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.71	3.56	3.45	3.37	3.30	3.23	3.13	3.05	2.94	2.86	2.77	2.69	2.63	2.56	2.53	2.47	2.44	2.42	21
22	8.02	5.78	4.87	4.37	4.04	3.81	3.65	3.51	3.40	3.31	3.24	3.17	3.07	2.99	2.88	2.80	2.72	2.63	2.58	2.51	2.47	2.42	2.38	2.36	22
23	7.94	5.72	4.82	4.31	3.99	3.76	3.59	3.45	3.35	3.26	3.18	3.12	3.02	2.94	2.83	2.75	2.67	2.58	2.53	2.46	2.42	2.37	2.33	2.31	23
24	7.88	5.66	4.76	4.26	3.94	3.71	3.54	3.41	3.30	3.21	3.14	3.07	2.97	2.89	2.78	2.70	2.62	2.53	2.48	2.41	2.37	2.32	2.28	2.26	24
25	7.82	5.61	4.72	4.22	3.90	3.67	3.50	3.36	3.25	3.17	3.09	3.03	2.93	2.85	2.74	2.66	2.56	2.49	2.44	2.36	2.33	2.27	2.23	2.21	25
26	7.77	5.57	4.68	4.18	3.86	3.63	3.46	3.32	3.21	3.13	3.05	2.99	2.89	2.81	2.70	2.62	2.54	2.45	2.40	2.32	2.29	2.23	2.19	2.17	26
	4.22	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.10	2.05	1.99	1.95	1.90	1.85	1.82	1.78	1.76	1.72	1.70	1.69	
	7.72	5.53	4.64	4.14	3.82	3.59	3.42	3.29	3.17	3.09	3.02	2.96	2.86	2.77	2.66	2.58	2.50	2.41	2.36	2.28	2.25	2.19	2.15	2.13	

## Fortsetzung

n <sub>2</sub>	n <sub>1</sub>																								n <sub>2</sub>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞	
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.30	2.25	2.20	2.16	2.13	2.08	2.03	1.97	1.93	1.88	1.84	1.80	1.76	1.74	1.71	1.68	1.67	27
28	7.68	5.49	4.60	4.11	3.79	3.56	3.39	3.26	3.14	3.06	2.98	2.93	2.83	2.74	2.63	2.55	2.47	2.38	2.33	2.25	2.21	2.16	2.12	2.10	28
29	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.44	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12	2.06	2.02	1.96	1.91	1.87	1.81	1.78	1.75	1.72	1.69	1.67	1.65	29
30	7.64	5.45	4.57	4.07	3.76	3.53	3.36	3.23	3.11	3.03	2.95	2.90	2.80	2.71	2.60	2.52	2.44	2.35	2.30	2.22	2.18	2.13	2.09	2.06	30
31	4.18	3.33	2.93	2.70	2.54	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.14	2.10	2.05	2.00	1.94	1.90	1.85	1.80	1.77	1.73	1.71	1.68	1.65	1.64	31
32	7.60	5.42	4.54	4.04	3.73	3.50	3.33	3.20	3.08	3.00	2.92	2.87	2.77	2.68	2.57	2.49	2.41	2.32	2.27	2.19	2.15	2.10	2.06	2.03	32
33	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.34	2.27	2.21	2.16	2.12	2.09	2.04	1.99	1.93	1.89	1.84	1.79	1.76	1.72	1.69	1.66	1.64	1.62	33
34	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	3.06	2.98	2.90	2.84	2.74	2.66	2.55	2.47	2.38	2.29	2.24	2.16	2.13	2.07	2.03	2.01	34
35	4.15	3.30	2.90	2.67	2.51	2.40	2.32	2.25	2.19	2.14	2.10	2.07	2.02	1.97	1.91	1.86	1.82	1.76	1.74	1.69	1.67	1.64	1.61	1.59	35
36	7.50	5.34	4.46	3.97	3.66	3.42	3.25	3.12	3.01	2.94	2.86	2.80	2.70	2.62	2.51	2.42	2.34	2.25	2.20	2.12	2.08	2.02	1.98	1.96	36
37	4.13	3.28	2.88	2.65	2.49	2.38	2.30	2.23	2.17	2.12	2.08	2.05	2.00	1.95	1.89	1.84	1.80	1.74	1.71	1.67	1.64	1.61	1.59	1.57	37
38	7.44	5.29	4.42	3.93	3.61	3.38	3.21	3.08	2.97	2.89	2.82	2.76	2.66	2.58	2.47	2.38	2.30	2.21	2.15	2.08	2.04	1.98	1.94	1.91	38
39	4.11	3.26	2.86	2.63	2.48	2.36	2.28	2.21	2.15	2.10	2.06	2.03	1.98	1.93	1.87	1.82	1.78	1.72	1.69	1.65	1.62	1.59	1.56	1.55	39
40	7.39	5.25	4.38	3.89	3.58	3.35	3.18	3.04	2.94	2.86	2.78	2.72	2.62	2.54	2.43	2.35	2.26	2.17	2.12	2.04	2.00	1.94	1.90	1.87	40
41	4.10	3.25	2.85	2.62	2.46	2.35	2.26	2.19	2.14	2.09	2.05	2.02	1.96	1.92	1.85	1.80	1.76	1.71	1.67	1.63	1.60	1.57	1.54	1.53	41
42	7.35	5.21	4.34	3.86	3.54	3.32	3.15	3.02	2.91	2.82	2.75	2.69	2.59	2.51	2.40	2.32	2.22	2.14	2.06	2.00	1.97	1.90	1.86	1.84	42
43	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.07	2.04	2.00	1.95	1.90	1.84	1.79	1.74	1.69	1.66	1.61	1.59	1.55	1.53	1.51	43
44	7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	3.12	2.99	2.88	2.80	2.73	2.66	2.56	2.49	2.37	2.29	2.20	2.11	2.05	1.97	1.94	1.88	1.84	1.81	44
45	4.07	3.22	2.83	2.59	2.44	2.32	2.24	2.17	2.11	2.06	2.02	1.99	1.94	1.89	1.82	1.78	1.73	1.68	1.64	1.60	1.57	1.54	1.51	1.49	45
46	7.27	5.15	4.29	3.80	3.49	3.26	3.10	2.96	2.86	2.77	2.70	2.64	2.54	2.46	2.35	2.26	2.17	2.08	2.02	1.94	1.91	1.85	1.80	1.78	46
47	4.06	3.21	2.82	2.58	2.43	2.31	2.23	2.16	2.10	2.05	2.01	1.98	1.92	1.88	1.81	1.76	1.72	1.66	1.63	1.58	1.56	1.52	1.50	1.48	47
48	7.24	5.12	4.26	3.76	3.46	3.24	3.07	2.94	2.84	2.75	2.68	2.62	2.52	2.44	2.32	2.24	2.15	2.06	2.00	1.92	1.88	1.82	1.78	1.75	48
49	4.05	3.20	2.81	2.57	2.42	2.30	2.22	2.14	2.09	2.04	2.00	1.97	1.91	1.87	1.80	1.75	1.71	1.65	1.62	1.57	1.54	1.51	1.48	1.46	49
50	7.21	5.10	4.24	3.74	3.44	3.22	3.05	2.92	2.82	2.73	2.66	2.60	2.50	2.42	2.30	2.22	2.13	2.04	1.98	1.90	1.86	1.80	1.76	1.72	50
51	4.04	3.19	2.80	2.56	2.41	2.30	2.21	2.14	2.08	2.03	1.99	1.96	1.90	1.86	1.79	1.74	1.70	1.64	1.61	1.56	1.53	1.50	1.47	1.45	51
52	7.19	5.08	4.22	3.74	3.42	3.20	3.04	2.90	2.80	2.71	2.64	2.58	2.48	2.40	2.28	2.20	2.11	2.02	1.96	1.88	1.84	1.78	1.73	1.70	52

## Fortsetzung

$n_2$	$n_1$																			$n_2$					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50		75	100	200	500	$\infty$
50	4.03	3.18	2.79	2.56	2.40	2.29	2.20	2.13	2.07	2.02	1.98	1.95	1.90	1.85	1.78	1.74	1.69	1.63	1.60	1.55	1.52	1.48	1.46	1.44	50
	7.17	5.06	4.20	3.72	3.41	3.18	3.02	2.88	2.78	2.70	2.62	2.56	2.46	2.39	2.26	2.18	2.10	2.00	1.94	1.86	1.82	1.76	1.71	1.68	55
55	4.02	3.17	2.78	2.54	2.38	2.27	2.18	2.11	2.05	2.00	1.97	1.93	1.88	1.83	1.76	1.72	1.67	1.61	1.58	1.52	1.50	1.46	1.43	1.41	60
	7.12	5.01	4.16	3.68	3.37	3.15	2.98	2.85	2.75	2.66	2.59	2.53	2.43	2.35	2.23	2.15	2.06	1.96	1.90	1.82	1.78	1.71	1.66	1.64	65
60	4.00	3.15	2.76	2.52	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.95	1.92	1.86	1.81	1.75	1.70	1.65	1.59	1.56	1.50	1.48	1.44	1.41	1.39	70
	7.08	4.98	4.13	3.65	3.34	3.12	2.95	2.82	2.72	2.63	2.56	2.50	2.40	2.32	2.20	2.12	2.03	1.93	1.87	1.79	1.74	1.68	1.63	1.60	75
65	3.99	3.14	2.75	2.51	2.36	2.24	2.15	2.08	2.02	1.98	1.94	1.90	1.85	1.80	1.73	1.68	1.63	1.57	1.54	1.49	1.46	1.42	1.39	1.37	80
	7.04	4.95	4.10	3.62	3.31	3.09	2.93	2.79	2.70	2.61	2.54	2.47	2.37	2.30	2.18	2.09	2.00	1.90	1.84	1.76	1.71	1.64	1.60	1.56	85
70	3.98	3.13	2.74	2.50	2.35	2.23	2.14	2.07	2.01	1.97	1.93	1.89	1.84	1.79	1.72	1.67	1.62	1.56	1.53	1.47	1.45	1.40	1.37	1.35	90
	7.01	4.92	4.08	3.60	3.29	3.07	2.91	2.77	2.67	2.59	2.51	2.45	2.35	2.28	2.15	2.07	1.98	1.88	1.82	1.74	1.69	1.62	1.56	1.53	95
80	3.96	3.11	2.72	2.48	2.33	2.21	2.12	2.05	1.99	1.95	1.91	1.88	1.82	1.77	1.70	1.65	1.60	1.54	1.51	1.45	1.42	1.38	1.35	1.32	100
	6.96	4.88	4.04	3.56	3.25	3.04	2.87	2.74	2.64	2.55	2.48	2.41	2.32	2.24	2.11	2.03	1.94	1.84	1.78	1.70	1.65	1.57	1.52	1.49	105
100	3.94	3.09	2.70	2.46	2.30	2.19	2.10	2.03	1.97	1.92	1.88	1.85	1.79	1.75	1.68	1.63	1.57	1.51	1.48	1.42	1.39	1.34	1.30	1.28	110
	6.90	4.82	3.98	3.51	3.20	2.99	2.82	2.69	2.59	2.51	2.43	2.36	2.26	2.19	2.06	1.98	1.89	1.79	1.73	1.64	1.59	1.51	1.46	1.43	115
125	3.92	3.07	2.68	2.44	2.29	2.17	2.08	2.01	1.95	1.90	1.86	1.83	1.77	1.72	1.65	1.60	1.55	1.49	1.45	1.39	1.36	1.31	1.27	1.25	125
	6.84	4.78	3.94	3.47	3.17	2.95	2.79	2.65	2.56	2.47	2.40	2.33	2.23	2.15	2.03	1.94	1.85	1.75	1.68	1.59	1.54	1.46	1.40	1.37	130
150	3.91	3.06	2.67	2.43	2.27	2.16	2.07	2.00	1.94	1.89	1.85	1.82	1.76	1.71	1.64	1.59	1.54	1.47	1.44	1.37	1.34	1.29	1.25	1.22	150
	6.81	4.75	3.91	3.44	3.14	2.92	2.76	2.62	2.53	2.44	2.37	2.30	2.20	2.12	2.00	1.91	1.83	1.72	1.66	1.56	1.51	1.43	1.37	1.33	160
200	3.89	3.04	2.65	2.41	2.26	2.14	2.05	1.98	1.92	1.87	1.83	1.80	1.74	1.69	1.62	1.57	1.52	1.45	1.42	1.35	1.32	1.26	1.22	1.19	200
	6.76	4.71	3.88	3.41	3.11	2.90	2.73	2.60	2.50	2.41	2.34	2.28	2.17	2.09	1.97	1.88	1.79	1.69	1.62	1.53	1.48	1.39	1.33	1.28	400
400	3.86	3.02	2.62	2.39	2.23	2.12	2.03	1.96	1.90	1.85	1.81	1.78	1.72	1.67	1.60	1.54	1.49	1.42	1.38	1.32	1.28	1.22	1.16	1.13	1000
670	3.85	3.00	2.61	2.38	2.22	2.10	2.02	1.95	1.89	1.84	1.80	1.76	1.70	1.65	1.58	1.53	1.47	1.41	1.36	1.30	1.26	1.19	1.13	1.08	1000
666	4.62	3.80	3.34	3.04	2.82	2.66	2.53	2.43	2.34	2.26	2.20	2.09	2.01	1.89	1.81	1.71	1.61	1.54	1.44	1.38	1.28	1.19	1.11	1.00	1000
3.84	2.99	2.60	2.37	2.21	2.09	2.01	1.94	1.88	1.83	1.79	1.75	1.69	1.64	1.57	1.52	1.46	1.40	1.35	1.28	1.24	1.17	1.11	1.00	1000	
6.64	4.60	3.78	3.32	3.02	2.80	2.64	2.51	2.41	2.32	2.24	2.18	2.07	1.99	1.87	1.79	1.69	1.59	1.52	1.41	1.36	1.25	1.15	1.00	1000	

Aus: G. W. SNEDECOR, Statistical methods. The Iowa State Coll. Press. Ames, Iowa 1946.



Gebräuchlicher als  $u$  ist die Prüfgröße

$$z = \frac{1}{2} (\log \text{nat } s_1^2 - \log \text{nat } s_2^2),$$

die in die neuerdings verwendete Prüfgröße

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2}$$

übergeht.

Hierbei wird immer für die Ablesung in den üblichen Tabellen das größere  $s^2$  dividiert durch das kleinere. Diese Tabellen sind so eingerichtet, daß für jedes  $s^2$  die Zahl der Freiheitsgrade (hier:  $n_1 - 1$  und  $n_2 - 1$ ) berücksichtigt werden muß (F-Tabelle S. 210—213).

Der Vergleich der Mittelwerte wird sinnvollerweise dann durchgeführt, wenn der Vergleich der beiden Streuungen ergeben hat, daß die Streuungen voneinander nicht wesensverschieden sind. Unter dieser Voraussetzung ist für zwei voneinander unabhängige Beobachtungsreihen mit den Werten  $x_1$  bzw.  $x_2$  und dem Umfang  $n_1$  bzw.  $n_2$

$$t = \frac{|M_1 - M_2|}{\sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right) \cdot \frac{S(x_1 - M_1)^2 + S(x_2 - M_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}}},$$

eine Prüfgröße, für die wieder die entsprechenden Wahrscheinlichkeitswerte zur Ablehnung der Nullhypothese tabuliert sind (t-Tabelle S. 215). Näherungsweise, aber mit ausreichender Genauigkeit, gilt hierfür auch die Formel

$$t = \frac{|M_1 - M_2|}{\sqrt{\frac{S(x_1 - M_1)^2}{n_2(n_1 - 1)} + \frac{S(x_2 - M_2)^2}{n_1(n_2 - 1)}}}.$$

Haben die beiden zu prüfenden Reihen gleichen Umfang ( $n_1 = n_2 = n$ ), dann vereinfacht sich die Formel wie folgt:

$$t = \frac{|M_1 - M_2|}{\sqrt{\frac{S(x_1 - M_1)^2 + S(x_2 - M_2)^2}{n(n - 1)}}}.$$

Sind die beiden Reihen außerdem noch voneinander abhängig, dann wird der Grad dieser Abhängigkeit wie folgt berücksichtigt:

$$t = \frac{|M_1 - M_2|}{\sqrt{\frac{S(x_1 - M_1)^2 + S(x_2 - M_2)^2 - 2 S(x_1 - M_1)(x_2 - M_2)}{n(n - 1)}}}.$$

Ist die obengenannte Voraussetzung der Homogenität der beiden Streuungen nicht erfüllt und sind die Umfänge der Reihen genügend groß ( $n$  mindestens gleich 100 bis 200 in jeder Reihe), dann kann auch folgende, normal verteilte Prüfgröße angewandt werden (Tabelle S. 209):

$$u = \frac{|M_1 - M_2|}{\sqrt{\frac{S(x_1 - M_1)^2}{n_1(n_1 - 1)} + \frac{S(x_2 - M_2)^2}{n_2(n_2 - 1)}}}.$$

Werte der t-Verteilung. (In der Kopfspalte die Wahrscheinlichkeitswerte für 0.1%, 1%, 2%, 5%, 10% usw., in der linken äußeren Spalte die Zahl der Freiheitsgrade.)  
(Aus FISHER-YATES.)

n	.9	.8	.7	.6	.5	.4	.3	.2	.1	.05	.02	.01	.001
1	.158	.325	.510	.727	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	636.619
2	.142	.289	.445	.617	.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	31.598
3	.137	.277	.424	.584	.765	.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	12.941
4	.134	.271	.414	.569	.741	.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	8.610
5	.132	.267	.408	.559	.727	.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	6.859
6	.131	.265	.404	.553	.718	.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.959
7	.130	.263	.402	.549	.711	.896	1.119	1.415	1.895	2.385	2.998	3.499	5.405
8	.130	.262	.399	.546	.706	.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	5.041
9	.129	.261	.398	.543	.703	.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.781
10	.129	.260	.397	.542	.700	.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.587
11	.129	.260	.396	.540	.697	.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.437
12	.128	.259	.395	.539	.695	.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	4.318
13	.128	.259	.394	.538	.694	.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	4.221
14	.128	.258	.393	.537	.692	.868	1.076	1.315	1.761	2.145	2.624	2.977	4.140
15	.128	.258	.393	.536	.691	.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	4.073
16	.128	.258	.392	.535	.690	.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	4.015
17	.128	.257	.392	.534	.689	.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.965
18	.127	.257	.392	.534	.688	.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.922
19	.127	.257	.391	.533	.688	.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.883
20	.127	.257	.391	.533	.687	.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.850
21	.127	.257	.391	.532	.686	.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.819
22	.127	.256	.390	.532	.686	.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.792
23	.127	.256	.390	.532	.685	.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.767
24	.127	.256	.390	.531	.685	.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.745
25	.127	.256	.390	.531	.684	.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.725
26	.127	.256	.390	.531	.684	.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.707
27	.127	.256	.389	.531	.684	.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.690
28	.127	.256	.389	.530	.683	.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.674
29	.127	.256	.389	.530	.683	.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.659
30	.127	.256	.389	.530	.683	.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.646
40	.126	.255	.388	.529	.681	.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.551
60	.126	.254	.387	.527	.679	.848	1.046	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.460
120	.126	.254	.386	.526	.677	.845	1.041	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	3.373
∞	.126	.253	.385	.524	.674	.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.291

Haben die zu prüfenden Reihen kleinere Umfänge, dann wäre als bisher einzige exakte Methode diejenige von BEHRENS und FISHER anzuwenden, für die SUKHATME die entsprechenden Prüfwerte tabuliert hat. Eine Näherungsmethode hierzu stammt von CHOCHRAN und COX, nach der zuerst die Prüfgröße  $u$  errechnet wird. Dieses  $u$  wird nun nicht in der Normalverteilungstabelle aufgesucht, sondern mit einer gewichteten Prüfgröße  $t'$  verglichen. Diese gewichtete Prüfgröße errechnet sich aus dem  $t$ -Wert einer bestimmten, vorher gewählten Wahrscheinlichkeit (etwa  $P = 0,05$ ) mit den Freiheitsgraden, die dem Umfang der beiden Stichproben entsprechen ( $df = n_1 + n_2 - 2$ ):

$$t' = \frac{n_2 \cdot t_{0,05} \cdot s_1^2 + n_1 \cdot t_{0,05} \cdot s_2^2}{n_2 \cdot s_1^2 + n_1 \cdot s_2^2}$$

Ist  $u > t'$ , dann ist die Hypothese (Nullhypothese), die Mittelwerte seien wesentlich gleich, zu verwerfen.

Eine ähnliche Formel stammt von GRONOW.

**Rechenbeispiel.** An 23 jugendlichen und 19 adulten Hylobatesschädeln wurde der Frontalwinkel gemessen (SCHWARZFISCHER, unveröffentlicht). Für die beiden Reihen ( $x$  und  $y$ ) ergaben sich die Mittelwerte (vgl. Tabelle S. 216)

$$M_x = \frac{S_x}{n_x} = \frac{2562}{23} = 111,4 \text{ und } M_y = \frac{S_y}{n_y} = \frac{2159}{19} = 113,6$$

und — nach dem Summenverfahren (S. 199) — die Varianzen

$$S_x^2 = \frac{n_x S_x^2 - (S_x)^2}{n_x(n_x - 1)} = \frac{23 \cdot 286\,428 - 6\,563\,844}{23 \cdot 22} = 47,431$$

$$S_y^2 = \frac{n_y S_y^2 - (S_y)^2}{n_y(n_y - 1)} = \frac{19 \cdot 245\,957 - 4\,661\,281}{19 \cdot 18} = 34,801.$$

Rechenschema zur Streuungsberechnung und zum Mittelwertsvergleich.

n	x	x <sup>2</sup>	y	y <sup>2</sup>
1	95	9 025	106	11 236
2	125	15 625	107	11 449
3	102	10 404	114	12 996
4	110	12 100	105	11 025
5	114	12 996	115	13 225
6	118	13 924	115	13 225
7	112	12 544	110	12 100
8	115	13 225	110	12 100
9	104	10 816	115	13 225
10	108	11 664	123	15 129
11	115	13 225	122	14 884
12	120	14 400	108	11 664
13	113	12 769	110	12 100
14	113	12 769	119	14 161
15	107	11 449	125	15 625
16	117	13 689	120	14 400
17	113	12 769	112	12 544
18	116	13 456	110	12 100
19	113	12 769	113	12 769
20	115	13 225		
21	113	12 769		
22	100	10 000		
23	104	10 816		
S	2 562	286 428	2 159	245 957
(S) <sup>2</sup>	6 563 844		4 661 281	

$$S(x - M_x)^2 = 1040,5$$

$$S(y - M_y)^2 = 626,4$$

Für den Streuungsvergleich ergab sich nach dem F-Test ein

$$F = \frac{s_x^2}{s_y^2} = \frac{47,431}{34,801} = 1,36,$$

dem bei 22 bzw. 18 Freiheitsgraden und einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $P = 5\%$  in der F-Verteilung ein Vergleichswert von  $F_{0,05} = 2,12$  entspricht. Die Hypothese, in den beiden Reihen lägen im wesentlichen gleiche Streuungsverhältnisse vor, kann also beibehalten werden.

Bei der Wahl der Formel zum Vergleich der Mittelwerte  $M_x$  und  $M_y$  darf diese Tatsache berücksichtigt werden. Man erhält.

$$t = \frac{|M_x - M_y|}{\sqrt{\frac{1}{n_x} + \frac{1}{n_y} \cdot \frac{S(x - M_x)^2 + S(y - M_y)^2}{n_x + n_y - 2}}} = \frac{|111,4 - 113,61|}{\sqrt{\frac{1}{23} + \frac{1}{19} \cdot \frac{1040,5 + 626,4}{23 + 19 - 2}}} = 0,354.$$

Der t-Tabelle entnimmt man für wiederum  $P = 5\%$  bei 40 Freiheitsgraden einen Vergleichswert von  $t_{0,05} = 2,02$ . Die beiden Reihen von Hylobatesschädeln unterscheiden sich also im Frontalwinkel nur unwesentlich.

### c) Merkmalzusammenhänge (Korrelationen)

Eine einzige Veränderliche wird im wesentlichen charakterisiert durch ihre Verteilung und ihre Maßzahlen (Mittelwerte, Streuungsmaße). Eine neue Aufgabe



stellt sich, wenn von zwei oder mehr Veränderlichen gefragt wird, ob und inwieweit sie voneinander abhängen. Hierfür sind die Abhängigkeitsmaße geschaffen.

### a) Lineare Zusammenhänge

Der einfachste Fall tritt auf, wenn festgestellt werden soll, wie sich der Veränderung eines Merkmals  $x$  auf ein zweites Merkmal  $y$  auswirkt. Trägt man in eine Kombinationstabelle für jede Merkmalsklasse des einen Merkmals den entsprechenden Meßwert des anderen Merkmals ein, dann kann man den vermuteten Zusammenhang so prüfen, daß man für jede Klasse des einen Merkmals den Mittelwert der zugehörigen Meßwerte des anderen Merkmals errechnet. Lassen sich die so erhaltenen Mittelwerte annähernd durch eine Gerade verbinden, dann spricht man von einer **linearen Regression**; andernfalls von einer **nicht-linearen**.

Die beiden Linienzüge der  $x$ - und der  $y$ -Mittelwerte fallen bei der graphischen Darstellung nicht zusammen. Bei Vorliegen einer **linearen Regression** gibt der Regressionskoeffizient

$$c_{xy} = \frac{S(x - M_x)(y - M_y)}{S(x - M_x)^2}$$

an, um wieviel das Merkmal  $x$  im Durchschnitt zunimmt, wenn das Merkmal  $y$  um die Einheit wächst.

Da die Fragestellung bei der Regression immer zweiseitig ist, gibt der Regressionskoeffizient

$$c_{yx} = \frac{S(x - M_x)(y - M_y)}{S(y - M_y)^2}$$

an, um wieviel das Merkmal  $y$  im Durchschnitt zunimmt, wenn  $x$  um eine Einheit wächst (Richtungskoeffizient). Über kausale Zusammenhänge ist damit keine Aussage gemacht. Bei hoher Korrelation zwischen den geprüften Reihen ist der Winkel zwischen den beiden Regressionsgeraden klein, bei geringer Korrelation ist der Winkel groß.

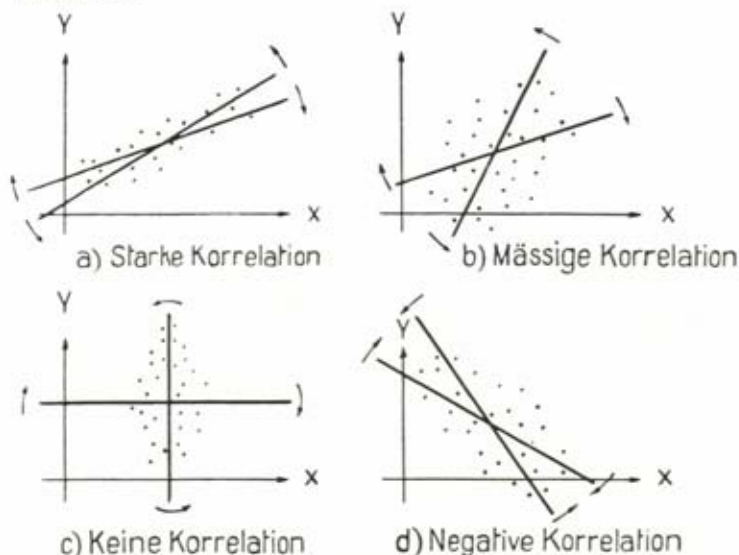


Abb. 116. Punktwolken bei verschiedenen Korrelationszusammenhängen (nach GEBELEIN und HEITE).

Die Regressionen lassen sich auch darstellen in sog. Entsprechungstabellen. In diesen Tabellen wird das eine Merkmal mit seinen gewählten Klassen in die Tabelle eingetragen, für das andere Merkmal werden die jeweils zugehörigen Mittelwerte den Merkmalsklassen des ersten Merkmals zugeordnet. Diese Entsprechungstabellen werden bei der Feststellung der Beziehungen zwischen zwei Merkmalen so dargestellt, daß jeweils das eine Merkmal auf das andere bezogen wird. Es ergeben sich so zwei Tabellen für den Vergleich von zwei Merkmalen.

Auch der Regressionskoeffizient wird statistisch geprüft. Bei großem Stichprobenumfang ist er normal verteilt. Die Prüfung kann so über die Prüfwerte  $u$  bzw.  $t$  vorgenommen werden. Die Prüffrage lautet: Weicht ein berechneter Regressionskoeffizient wesentlich von Null ab? Der mittlere Fehler des Regressionskoeffizienten bei  $n$  Beobachtungen ( $n - 2$  Freiheitsgrade) ist

$$\sigma_{xy} = \frac{s_y}{s_x} \cdot \sqrt{\frac{1 - r^2}{n - 2}}$$

für den Regressionskoeffizienten  $c_{xy}$  und

$$\sigma_{yx} = \frac{s_x}{s_y} \cdot \sqrt{\frac{1 - r^2}{n - 2}}$$

für den Regressionskoeffizienten  $c_{yx}$ .

Die Prüfung der Regression auf Linearität kann über die Streuungszerlegung durchgeführt werden. Ist in der hypothetischen Grundgesamtheit die Regression geradlinig, dann sind die Abweichungen um die Durchschnitte und die Abweichungen um die Regressionsgerade zufällig verteilt. Die diesbezüglichen Streuungen können als Schätzungen der Streuungen der Grundgesamtheit gewertet werden, ihr Verhältnis läßt sich mittels der F-Verteilung prüfen. Weichen die Streuungen nur zufällig voneinander ab, kann die Regression als linear betrachtet werden; sind die Unterschiede der Streuungen dagegen gesichert, dann spricht dies gegen die Linearität (vgl. nichtlineare Zusammenhänge).

Besteht zwischen zwei Merkmalen  $x$  und  $y$  eine starre Abhängigkeit derart, daß zu jedem Wert des einen Merkmals  $x$  nur ein Wert des anderen Merkmals  $y$  gehört, dann liegen alle Einzelwerte des Merkmals  $y$  auf der Regressionsgeraden. Dies ist jedoch nur der Grenzfall, denn meist streuen die einzelnen zum Wert  $x$  gehörenden  $y$ -Werte; je geringer diese Streuung um die Regressionsgerade ist, desto schärfer ist diese bestimmt. Der Anteil der Streuung der Punkte auf der Regressionsgeraden an der Gesamtstreuung der Werte, für die die Regression bestimmt wurde, kann durch ein Bestimmtheitsmaß (nach LINDER)

$$B = \frac{[S(x - M_x)(y - M_y)]^2}{S(x - M_x)^2 \cdot S(y - M_y)^2}$$

ausgedrückt werden. In dieser Gleichung wird der Zähler gleich dem Nenner, wenn alle Punkte auf der Regressionsgeraden liegen;  $B$  wird also gleich 1. D. h. bei streng linearer Abhängigkeit ist das Bestimmtheitsmaß  $B = 1$ . Das Fehlen einer Abhängigkeit zwischen den geprüften Werten  $x$  und  $y$  drückt sich so aus, daß der Zähler in der Formel gleich 0 ist, so daß auch  $B$  zu 0 wird.

Bekannter und gebräuchlicher als das Bestimmtheitsmaß  $B$  ist der Korrelationskoeffizient  $r$ ; er ist, im Zusammenhang mit  $B$ , definiert als

$$r^2 = B.$$

Der Vorzug des Korrelationskoeffizienten liegt in seiner Eignung als Prüfgröße, der des Bestimmtheitsmaßes in seiner didaktischen Eignung. Der Wertebereich des Korrelationskoeffizienten  $r$  liegt zwischen  $+1$  und  $-1$ , auch  $c$  kann positiv oder negativ sein. Dagegen liegt  $B$  zwischen 0 und 1.

Der Korrelationskoeffizient und die Regressionskoeffizienten gehen ineinander über nach

$$c_{xy} = r^2 \cdot \frac{S(y - M_y)^2}{S(x - M_x)^2} \quad c_{yx} = r^2 \cdot \frac{S(x - M_x)^2}{S(y - M_y)^2}$$

Nebestehend wird die Durchführung der Berechnung eines Korrelationskoeffizienten im einzelnen erläutert (Tabelle nach S. 224).

Wie zur Berechnung des Bestimmtheitsmaßes  $B$  und der Regressionskoeffizienten  $C_{xy}$  und  $C_{yx}$  bestimmt man zuerst über das Summenverfahren (S. 199) die Streuungen, falls Beobachtungsreihen kleineren Umfangs vorliegen. Aus den Streuungen lassen sich die Definitionsformeln einfach errechnen.

Haben die Reihen dagegen großen Umfang und verlangt die größere Variabilität des Merkmals eine Klasseneinteilung, dann stellt man eine Korrelationstabelle auf und bestimmt den Koeffizienten nach diesem Rechenschema. Bei der Anlage von Korrelationstabellen beachte man, daß übereinkunftsgemäß die Klassenwerte von oben nach unten zunehmen (umgekehrt beim Koordinatensystem: von unten nach oben). Eine gleichsinnige Beziehung zwischen zwei Merkmalen verläuft daher in einer Korrelationstabelle von links oben nach rechts unten, in der graphischen Darstellung im Koordinationssystem dagegen von links unten nach rechts oben. Diese Regeln werden aber nicht einheitlich durchgeführt: Man beziffere deshalb Korrelationstabellen und die Tabellen von graphischen Darstellungen so, daß Mißverständnisse nicht möglich sind.

Bei der praktischen Berechnung des Korrelationskoeffizienten an Hand einer Korrelationstabelle geht man vom kombinierten Summen-Transformationsverfahren zur Streuungsberechnung aus (S. 199) und richtet den vorläufigen Mittelwert  $M'_x$  des Merkmals  $x$  so ein, daß für die Klassenmitte  $x_i$  der Klasse  $i$  mit der über alle Klassen konstanten Klassenbreite  $b_x$  gilt:

$$x_i - M'_x = b_x \cdot x'_i$$

Entsprechend wählt man für das Merkmal  $y$  den vorläufigen Mittelwert  $M'_y$  so, daß für die Klassenmitte  $y_j$  der Klasse  $j$  mit der Klassenbreite  $b_y$  gilt

$$y_j - M'_y = b_y \cdot y'_j$$

Dabei bedeuten  $x'_i$  und  $y'_j$  Transformationen der  $x_i$  und  $y_j$ , die auf folgende Weise gewonnen werden: Sind die einzelnen Felder der Korrelationstabelle von absoluten Häufigkeiten besetzt, die für die  $i$ -te-Spalte und  $j$ -te-Zeile (d. h. für die Klasse  $i$  des Merkmals  $x$  und die Klasse  $j$  des Merkmals  $y$ ) mit  $n_{ij}$  bezeichnet werden und symbolisiert man die Zeilensummen  $\sum_i n_{ij}$  mit  $n_{.j}$  und die Spaltensummen  $\sum_j n_{ij}$  mit  $n_{i.}$ , dann wählt

man dasjenige  $x'_i$ , für das  $n_{i.}$  ein Maximum ist, gleich Null; ebenso das entsprechende  $y'_j$ , für das  $n_{.j}$  ein Maximum ist. Für die übrigen  $x'_i$  und  $y'_j$  wählt man absteigend negative und aufsteigend positive ganze Zahlen. Mit Hilfe dieser Transformation errechnen sich die Abstandsproduktsumme und die Abstandsquadratsumme für die Variablen  $x$  und  $y$  wie folgt:

$$S(x - M_x)(y - M_y) = b_x b_y \left\{ \sum_i \sum_j n_{ij} x'_i y'_j - \frac{1}{n} \sum_i n_{i.} x'_i \sum_j n_{.j} y'_j \right\}$$

$$S(x - M_x)^2 = b_x^2 \left\{ \sum_i n_{i.} (x'_i)^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_i n_{i.} x'_i \right)^2 \right\}$$

$$S(y - M_y)^2 = b_y^2 \left\{ \sum_j n_{.j} (y'_j)^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_j n_{.j} y'_j \right)^2 \right\}$$

Mit diesen Werten tritt man nun in die Definitionsgleichung des Korrelationskoeffizienten (oder der anderen Abhängigkeitsmasse) ein.

**Rechenbeispiel** (Tabelle nach S. 224): An 237 Individuen wurden die Körperhöhe ( $x$ ) und die Ohrbreite ( $y$ ) gemessen [SALLER<sup>\*)</sup>]. Es soll die Korrelation zwischen den beiden Merkmalen errechnet werden.

Die Korrelationstabelle ist so angelegt, daß aus jedem Feld die Besetzungshäufigkeit  $n_{ij}$  (obere Zahl) sowie der Wert  $n_{ij} x'_i y'_j$  (untere Zahl) abgelesen werden kann.

<sup>\*)</sup> K. SALLER (1930): Leitfaden der Anthropologie, Springer, Berlin.



Ferner läßt sich

dem Endfeld der Reihe I und

dem Endfeld der Reihe II der Wert  $n = 237$ ,

dem Endfeld der Reihe III der Wert  $\sum_i n_{i \cdot} x_i' = 281$ ,

dem Endfeld der Reihe VII der Wert  $\sum_j n_{\cdot j} y_j' = -166$ ,

dem Endfeld der Reihe IV der Wert  $\sum_i n_{i \cdot} (x_i')^2 = 9271$  und

dem Endfeld der Reihe VIII der Wert  $\sum_j n_{\cdot j} (y_j')^2 = 2600$  entnehmen.

Schließlich ist, da die Klassenbreite für  $x$  gleich 1 cm und für  $y$  gleich 1 mm gewählt wurde,  $b_x = b_y = 1$ . Für die Doppelsumme ergibt sich der Wert

$$\sum_{i,j} n_{ij} x_i' y_j' = -61.$$

Als Korrelationskoeffizienten  $r$  zwischen der Körperhöhe und der Ohrbreite erhalten wir demnach für eine Gesamtheit, aus der die zur Berechnung herangezogene Stichprobe einen repräsentativen Abschnitt bildet,

$$r = \frac{1 \cdot 1 \cdot \left\{ -61 - \frac{281 \cdot (-166)}{237} \right\}}{\sqrt{1 \cdot \{ 9271 - (281)^2 \} \cdot 1 \cdot \{ 2600 - (-166)^2 \}}} = 0,029.$$

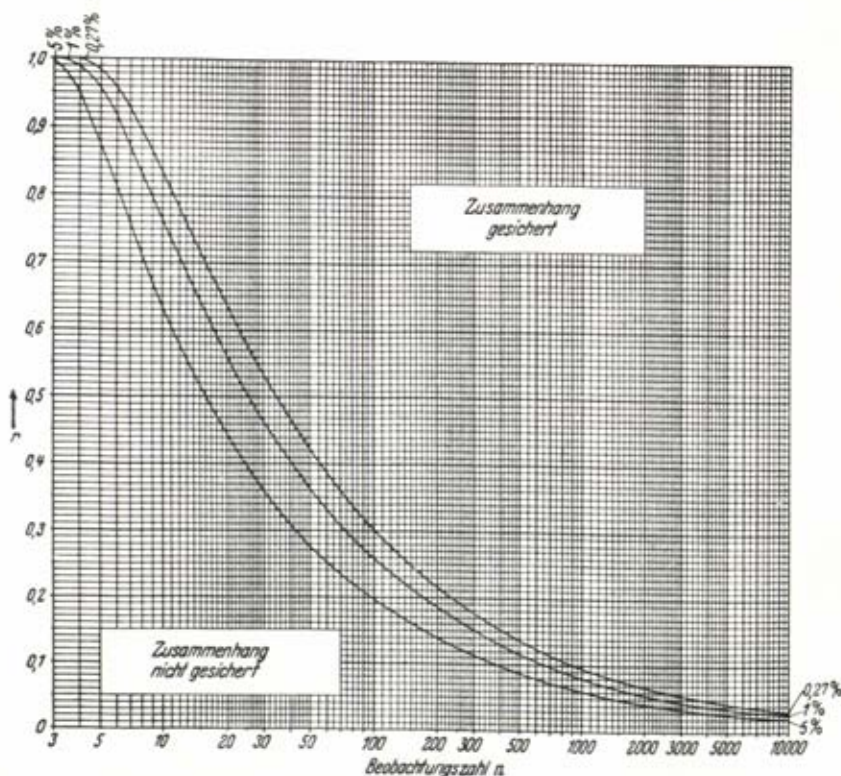


Abb. 117. Sicherungsgrenzen 0,27% (3  $\sigma$ -Grenze) sowie 1%, 5% für das Vorhandensein eines durch einen Korrelationskoeffizienten  $r$  gemessenen Zusammenhanges (nach KOLLER).

Zusammenstellung der Werte des Korrelationskoeffizienten  $r$ , die bei bestimmtem Umfang der Stichprobe noch als gesichert (mit der Irrtumswahrscheinlichkeit  $P = 1\%$  und  $5\%$ ; Prüfung der Nullhypothese) angesehen werden können.

Freiheits- grade	5%	1%	Freiheits- grade	5%	1%
1	.997	1.000	24	.388	.496
2	.950	.990	25	.381	.487
3	.878	.959	26	.374	.478
4	.811	.917	27	.367	.470
5	.754	.874	28	.361	.463
6	.707	.834	29	.355	.456
7	.666	.798	30	.349	.449
8	.632	.765	35	.325	.418
9	.602	.735	40	.304	.393
10	.576	.708	45	.288	.372
11	.553	.684	50	.273	.354
12	.532	.661	60	.250	.325
13	.514	.641	70	.232	.302
14	.497	.623	80	.217	.283
15	.482	.606	90	.205	.267
16	.468	.590	100	.195	.254
17	.456	.575	125	.174	.228
18	.444	.561	150	.159	.208
19	.433	.549	200	.138	.181
20	.423	.537	300	.113	.148
21	.413	.526	400	.098	.128
22	.404	.515	500	.088	.115
23	.396	.505	1,000	.062	.081

(Teilweise nach FISHER.)

Für die Beurteilung von Korrelationen sei auf den zusammenfassenden Abschnitt zu diesem Thema verwiesen.

Die Prüfung des Korrelationskoeffizienten  $r$  kann nicht ohne weiteres mit seinem mittleren Fehler erfolgen, da er nicht normal verteilt ist (R. A. FISHER). Zur Prüfung wird deshalb der Korrelationskoeffizient  $r$  zuerst in die Korrelationsziffer  $z$  umgewandelt nach

$$z = \frac{1}{2} \log \text{nat} \frac{1+r}{1-r}$$

Die wichtigsten Werte dieser Umrechnung sind tabuliert (S. 223), so daß man sich die Umrechnung sparen kann. Die Streuung von  $z$  beträgt

$$s_z^2 = \frac{1}{n-3}$$

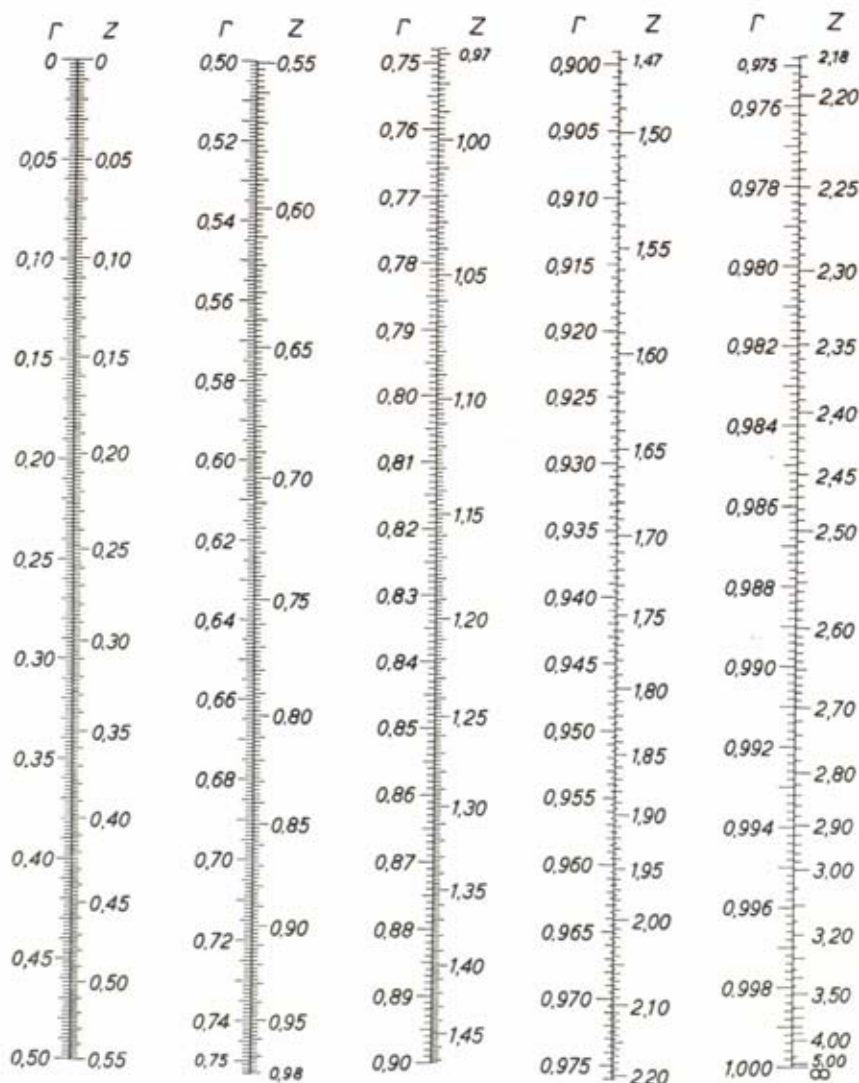
Da  $z$  normal verteilt ist, können mit ihm die wichtigsten Prüfungen durchgeführt werden (Tafel S. 209).

Wichtig ist hier vor allem die Frage, ob ein errechneter Korrelationskoeffizient  $r$  bei einem bestimmten Umfang der Stichprobe tatsächlich einen sicheren Zusammenhang anzeigt oder ob sich diese Korrelation noch in den Zufallsgrenzen hält. Die Prüffrage lautet exakt: Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, daß bei Nichtvorhandensein der Korrelation (Nullhypothese) nur zufällig eine ebenso große oder eine noch größere Korrelationsziffer  $z$  mit einer Stichprobe gleichen Umfangs erreicht wird. Die Zufallshöchstwerte von  $r$  für die verschiedenen Wahrscheinlichkeitsgrade sind wieder tabuliert (vgl. Abb. 117 und Tab. S. 221). Für den gegebenen Umfang  $n$  der Stichprobe errechnet man die Zahl der Freiheitsgrade nach  $df = n-2$ . In den erwähnten Tabellen für die Wahrscheinlichkeitsgrade liest man dann für die errechnete Zahl der Freiheitsgrade den Zufallshöchstwert für  $r$  ab. Der hier angegebene Wert gibt die oberste Grenze an, die ein Korrelationskoeffizient  $r$  bei

gegebenem Freiheitsgrad und bestimmter Wahrscheinlichkeit nicht überschreitet. Ist der beobachtete Korrelationskoeffizient größer, dann kann mit einer statistischen Sicherung der Korrelation mit bestimmter Wahrscheinlichkeit gerechnet werden. Ist der beobachtete Wert kleiner, dann ist die Korrelation noch als in den Zufallsgrenzen liegend zu bewerten.

Nomogramm für die Umrechnung von  $r$  in die Korrelationsziffer  $z$ .

Aus: KOLLER, S., Graphische Tafeln zur Beurteilung statistischer Zahlen. Steinkopff, Darmstadt 1953.



Auch für den Vergleich von Korrelationskoeffizienten bedient man sich der Prüfgröße  $z$  und ihres mittleren Fehlers. Zuerst wird wieder  $r$  umgerechnet in  $z$ . Nach der üblichen Weise wird nun die Differenz der Prüfgröße  $z$  gemessen an der Differenz der mittleren Fehler:



$$\sigma_{z_1-z_2}^2 = \frac{1}{n_1-3} + \frac{1}{n_2-3}$$

(Nomogramm für größte zulässige Differenzen von z S. 224.)

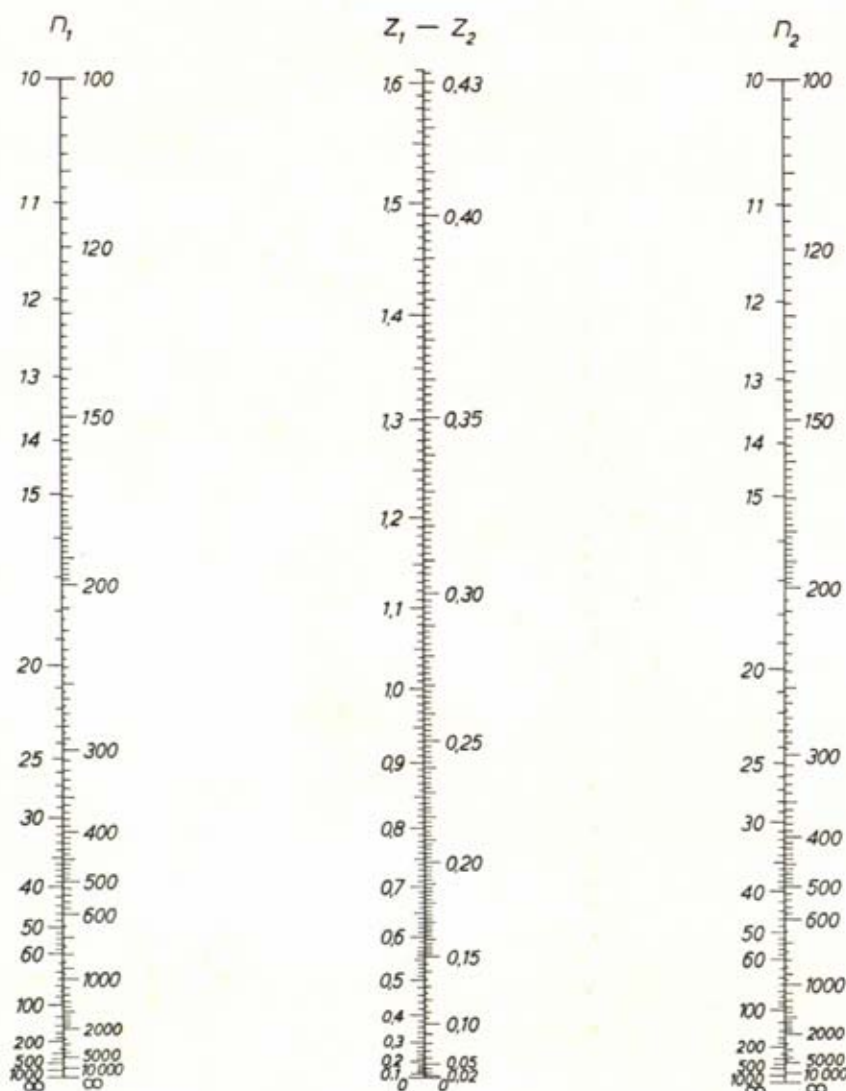
Tabelle der z-Werte des Korrelationskoeffizienten r.

r	z'	r	z'	r	z'	r	z'	r	z'
0,000	0,000	0,200	0,203	0,400	0,424	0,600	0,693	0,800	1,099
0,005	0,005	0,205	0,208	0,405	0,430	0,605	0,701	0,805	1,113
0,010	0,010	0,210	0,213	0,410	0,436	0,610	0,709	0,810	1,127
0,015	0,015	0,215	0,218	0,415	0,442	0,615	0,717	0,815	1,142
0,020	0,020	0,220	0,224	0,420	0,448	0,620	0,725	0,820	1,157
0,025	0,025	0,225	0,229	0,425	0,454	0,625	0,733	0,825	1,172
0,030	0,030	0,230	0,234	0,430	0,460	0,630	0,741	0,830	1,188
0,035	0,035	0,235	0,239	0,435	0,466	0,635	0,750	0,835	1,204
0,040	0,040	0,240	0,245	0,440	0,472	0,640	0,758	0,840	1,221
0,045	0,045	0,245	0,250	0,445	0,478	0,645	0,767	0,845	1,238
0,050	0,050	0,250	0,255	0,450	0,485	0,650	0,775	0,850	1,256
0,055	0,055	0,255	0,261	0,455	0,491	0,655	0,784	0,855	1,274
0,060	0,060	0,260	0,266	0,460	0,497	0,660	0,793	0,860	1,293
0,065	0,065	0,265	0,271	0,465	0,504	0,665	0,802	0,865	1,313
0,070	0,070	0,270	0,277	0,470	0,510	0,670	0,811	0,870	1,333
0,075	0,075	0,275	0,282	0,475	0,517	0,675	0,820	0,875	1,354
0,080	0,080	0,280	0,288	0,480	0,523	0,680	0,829	0,880	1,376
0,085	0,085	0,285	0,293	0,485	0,530	0,685	0,838	0,885	1,398
0,090	0,090	0,290	0,299	0,490	0,536	0,690	0,848	0,890	1,422
0,095	0,095	0,295	0,304	0,495	0,543	0,695	0,858	0,895	1,447
0,100	0,100	0,300	0,310	0,500	0,549	0,700	0,867	0,900	1,472
0,105	0,105	0,305	0,315	0,505	0,556	0,705	0,877	0,905	1,499
0,110	0,110	0,310	0,321	0,510	0,563	0,710	0,887	0,910	1,528
0,115	0,116	0,315	0,326	0,515	0,570	0,715	0,897	0,915	1,557
0,120	0,121	0,320	0,332	0,520	0,576	0,720	0,908	0,920	1,589
0,125	0,126	0,325	0,337	0,525	0,583	0,725	0,918	0,925	1,623
0,130	0,131	0,330	0,343	0,530	0,590	0,730	0,929	0,930	1,658
0,135	0,136	0,335	0,348	0,535	0,597	0,735	0,940	0,935	1,697
0,140	0,141	0,340	0,354	0,540	0,604	0,740	0,950	0,940	1,738
0,145	0,146	0,345	0,360	0,545	0,611	0,745	0,962	0,945	1,783
0,150	0,151	0,350	0,365	0,550	0,618	0,750	0,973	0,950	1,832
0,155	0,156	0,355	0,371	0,555	0,626	0,755	0,984	0,955	1,886
0,160	0,161	0,360	0,377	0,560	0,633	0,760	0,996	0,960	1,946
0,165	0,166	0,365	0,383	0,565	0,640	0,765	1,008	0,965	2,014
0,170	0,172	0,370	0,388	0,570	0,648	0,770	1,020	0,970	2,092
0,175	0,177	0,375	0,394	0,575	0,655	0,775	1,033	0,975	2,185
0,180	0,182	0,380	0,400	0,580	0,662	0,780	1,045	0,980	2,298
0,185	0,187	0,385	0,406	0,585	0,670	0,785	1,058	0,985	2,443
0,190	0,192	0,390	0,412	0,590	0,678	0,790	1,071	0,990	2,647
0,195	0,198	0,395	0,418	0,595	0,685	0,795	1,085	0,995	2,994

Nomogramm für die Feststellung der größten zulässigen Differenz zweier Korrelationsziffern.

Aus: KOLLER, S., Graphische Tafeln zur Beurteilung statistischer Zahlen. Steinkopff, Darmstadt 1953.

Grösste zulässige  
Zufallsdifferenz



Bei kleinen Stichproben kann die Frage, ob ein Korrelationskoeffizient wesentlich oder nur zufällig von 0 abweicht, geprüft werden nach

$$t = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \cdot \sqrt{n-2}$$

Die Wahrscheinlichkeitswerte für das errechnete  $t$  können in einer  $t$ -Verteilung nachgeschlagen werden (Zahl der Freiheitsgrade  $df = n-2$ ) ( $t$  = Tafel S. 215).







Wenn die Korrelation zwischen zwei Merkmalen geprüft werden soll, von denen das eine ein Alternativmerkmal, das andere aber ein quantitatives, abstufbares Merkmal ist, kann das Verfahren der *Zweizeilen-Korrelation* angewandt werden. Oft wird in solchen Fällen das quantitativ abstufbare Merkmal in ein Alternativmerkmal umgewandelt; dies ist aber nicht zu empfehlen, da das Ergebnis nur eine sehr grobe Annäherung an den exakt errechneten Korrelationskoeffizienten ergibt. Der biseriale oder Zweizeilen-Koeffizient berücksichtigt dagegen Mittelwert und Streuung des quantitativen Merkmals. Folgende Formel führt zur Errechnung dieses Korrelationskoeffizienten:

$$r_{bis} = \frac{M_p - M_q}{s} \cdot \sqrt{pq}$$

Die Formel gilt für jede Verteilungsform des Alternativmerkmals.  $M_p$  und  $M_q$  bezeichnen die Mittelwerte des quantitativen Merkmals der Individuen, die das Alternativmerkmal in der einen bzw. anderen Ausprägung aufweisen,  $s$  ist die Streuung des quantitativ abstufbaren Merkmals;  $p$  und  $q$  geben die Häufigkeiten der Merkmalsausprägung des Alternativmerkmals an ( $p + q = 1$ ). Da die Stichprobenverteilung von  $r_{bis}$  nicht bekannt ist, ist eine exakte Prüfung nicht ohne weiteres möglich. Man kann zur Orientierung jedoch die Prüfung über die Korrelationsziffer  $z$  durchführen.

E. WEBER gibt eine etwas kompliziertere Formel an; sie setzt voraus, daß zwischen den beiden geprüften Merkmalen eine lineare Beziehung besteht und daß das Alternativmerkmal annähernd normal verteilt ist. (Hilfstafel für Zweizeilenkorrelation nachstehend)

Hilfswerte für die Zweizeilenkorrelation.

$p$	$\sqrt{pq}$	$p$	$\sqrt{pq}$
0,01 oder 0,99	0,099	0,26 oder 0,74	0,439
0,02        0,98	0,140	0,27        0,73	0,444
0,03        0,97	0,171	0,28        0,72	0,449
0,04        0,96	0,196	0,29        0,71	0,454
0,05        0,95	0,218	0,30        0,70	0,458
0,06        0,94	0,237	0,31        0,69	0,462
0,07        0,93	0,255	0,32        0,68	0,465
0,08        0,92	0,271	0,33        0,67	0,470
0,09        0,91	0,286	0,34        0,66	0,474
0,10        0,90	0,300	0,35        0,65	0,477
0,11        0,89	0,313	0,36        0,64	0,480
0,12        0,88	0,325	0,37        0,63	0,483
0,13        0,87	0,336	0,38        0,62	0,485
0,14        0,86	0,347	0,39        0,61	0,488
0,15        0,85	0,357	0,40        0,60	0,490
0,16        0,84	0,367	0,41        0,59	0,492
0,17        0,83	0,376	0,42        0,58	0,494
0,18        0,82	0,384	0,43        0,57	0,495
0,19        0,81	0,392	0,44        0,56	0,496
0,20        0,80	0,400	0,45        0,55	0,497
0,21        0,79	0,407	0,46        0,54	0,498
0,22        0,78	0,414	0,47        0,53	0,499
0,23        0,77	0,421	0,48        0,52	0,500
0,24        0,76	0,427	0,49        0,51	0,500
0,25        0,75	0,433	0,50        0,50	0,500

Aus: MITTENECKER, E., Planung und stat. Auswertung von Experimenten. Deuticke, Wien 1952.

### β) Nichtlineare Zusammenhänge

Die Berechnung und exakte Prüfbarkeit der Regressionskoeffizienten  $c$  und des Korrelationskoeffizienten  $r$  setzen voraus, daß die Abhängigkeit der geprüften Merkmale (Meßreihen usw.) linear ist. Die graphische Prüfung auf Geradlinigkeit im Verlauf der Zeilen- und Spaltenmittel ist so der einfachste Weg, die Linearität des Zusammenhangs zu untersuchen. Ist der Verlauf mehr oder minder gekrümmt, dann kann versucht werden, durch logarithmische Transformationen der Merkmalsteilungen Linearität herzustellen. Kann eine solche Umwandlung nicht durchgeführt werden, müssen andere Methoden zur Beurteilung derartiger nichtlinearer Zusammenhänge gewählt werden.

Der einfachste Weg hierzu ist der, die Prüfung der Zusammenhänge nach dem Prinzip der Streuungszersetzung (R. A. FISHER) vorzunehmen, da die Korrelationsrechnung als ein Teil der Streuungstheorie aufgefaßt werden kann (vgl. KOLLER; auch S. 231). Bei Abhängigkeit zwischen zwei Reihen ist die Streuung der Einzelwerte  $x_{ik}$  in der Korrelationstabelle um das Gesamtmittel  $M_x$  der Reihe größer als ihre Streuung um die Zeilenmittel  $M_i$  bzw. Spaltenmittel  $M_k$ . Das Verhältnis der beiden Streuungen kann als Maß für den Grad des Zusammenhangs benutzt werden. Wie bei der Regressionsrechnung bekommt man wieder zwei Maßzahlen, indem man das Korrelationsverhältnis der Variablen  $x$  auf  $y$  und das Korrelationsverhältnis von  $y$  auf  $x$  berechnet. Bezeichnet man mit  $n_i$  und  $n_k$  die Besetzung der  $i$ -ten Zeile bzw.  $k$ -ten Spalte der Korrelationstabelle, mit  $M_i$  und  $M_k$  die entsprechenden Zeilen- bzw. Spaltenmittelwerte und mit  $M_x$  bzw.  $M_y$  die Gesamtmittelwerte für die Variable  $x_{ik}$  und  $y_{ik}$ , so erhält man für die Korrelationsverhältnisse

$$\eta_{xy} = \frac{\sum_i n_i (M_i - M_x)^2}{\sum_i \sum_k (x_{ik} - M_x)^2} \quad \text{und}$$

$$\eta_{yx} = \frac{\sum_k n_k (M_k - M_y)^2}{\sum_i \sum_k (y_{ik} - M_y)^2}.$$

Bei Vorliegen eines linearen Zusammenhangs (lineare Regression) ist

$$\eta_{xy} = \eta_{yx} = r.$$

Die Abweichung zwischen dem Korrelationsverhältnis  $\eta$  und dem Korrelationskoeffizienten  $r$  kann als Maß für die Abweichung der Regression von einer Geraden benutzt werden (R. A. FISHER).

Entsprechungstabelle für die Darstellung von Mutter-Kind-Korrelationen in einem abstufbaren, quantitativen Merkmal ohne sichere Kenntnis des Verteilungstypus und der tatsächlichen Metrik in der Abstufung (Zahl der Wirbel auf den Fingerbeeren) (n. BAITSCH).

Mütter	Mädchen	Knaben	Knaben	Mütter	Mädchen	Mütter
0	2.2	1.8	0	1.2	0	1.6
1	2.1	2.8	1	2.1	1	2.6
2	3.0	2.3	2	2.6	2	2.4
3	3.0	3.4	3	3.6	3	2.9
4	2.1	4.9	4	4.1	4	2.8
5	2.9	3.8	5	4.9	5	3.6
6	3.6	4.6	6	4.7	6	3.3
7	4.5	4.6	7	3.8	7	4.2
8	4.5	5.1	8	5.0	8	6.0
9	5.4	4.2	9	4.3	9	4.7
10	8.2	6.0	10	4.5	10	5.4

Die Tabelle wird eindrucksvoller durch ihre graphische Darstellung (Abb. 118).



Der Wert von  $\eta$  ist stark abhängig von der Klasseneinteilung; bei grober Einteilung geht ein Teil der Information verloren. Da deshalb auch mit  $\eta$  keine unmittelbare Messung des Grades eines Zusammenhangs möglich ist, begnügt man sich bei nichtlinearem Zusammenhang oft mit der Feststellung, daß überhaupt eine Beziehung vorhanden ist.

Über die Entsprechungstabellen, d. h. zahlenmäßige tabellarische Darstellungen der Regressionen, wird für viele Zwecke oft genügende Einsicht in die Beziehungen erreicht (Beispiel einer Entsprechungstabelle siehe Tab. S. 226).

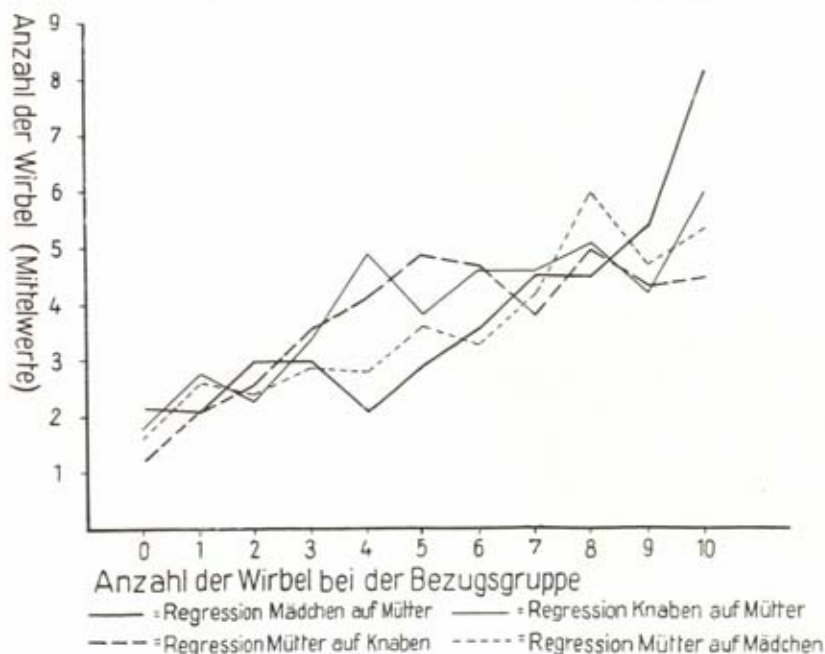


Abb. 118. Graphische Darstellungen der Regressionen der Tab. S. 226.

### γ) Mehrfachkorrelationen

Häufig sind nicht nur zwei Größen miteinander korreliert, sondern es sind mehrere Faktoren untereinander verbunden. Bei nur einseitiger Betrachtung der Beziehungen zwischen zwei Merkmalen kann man so zu falschen Schlußfolgerungen kommen.

Ein einfaches Verfahren, solche Mehrfachkorrelationen zu erfassen, besteht darin, daß man mehrere Korrelationstabellen von den drei Veränderlichen  $x$ ,  $y$ ,  $z$  aufstellt: Man stellt für jeweils zwei Merkmale (z. B.  $x$ ,  $z$ ) die Regressionslinien fest und schaltet durch die Betrachtung der jeweiligen Abstände zwischen den beiden Linien das eine Merkmal ( $z$ ) aus. Dasselbe führt man mit dem zweiten Merkmalspaar ( $y$ ,  $z$ ) durch, es wird wieder das eine Merkmal ( $z$ ) ausgeschaltet. Aus den verbleibenden, durch die jeweiligen Abstände umgeformten Merkmalen  $x'$  und  $y'$  errechnet man jetzt den Korrelationskoeffizienten  $r$ , der die Beziehungen zwischen  $x$  und  $y$  so angibt, als ob  $z$  konstant geblieben wäre. Bei geradlinigen Korrelationen braucht man die Differenzbildung nicht durchzuführen; die partielle Korrelation für die Ausschaltung z. B. der Veränderlichen  $x$ ,  $y$ ,  $z$  kann allein aus den ursprünglichen  $r$ -Werten errechnet werden nach

$$r_{xy \cdot z} = \frac{r_{xy} - r_{xz} \cdot r_{yz}}{\sqrt{(1 - r_{xz}^2) \cdot (1 - r_{yz}^2)}}.$$

Um die Umrechnung der obigen Formel zu sparen, können graphische Verfahren benutzt werden („Graphische Tafeln“, KOLLER) (Abb. 119).

Partielle Korrelationen können so für mehrere Variable gerechnet werden. Es ist jedesmal eine entsprechende Zahl von Korrelationstafeln aufzustellen.

Auf ähnliche Weise wie die partielle Korrelation lassen sich auch partielle Regressionen rechnen. Der Regressionskoeffizient der Teilregression stimmt überein mit dem Regressionskoeffizienten bei mehrfacher Regression (Formeln bei LINDER).

Aus den partiellen Korrelationskoeffizienten läßt sich schließlich eine Mehrfachkorrelation, d. h. z. B. der Einfluß zweier abhängiger Variabler  $y$  und  $z$  auf eine unabhängige Variable  $x$ , berechnen nach

$$R = \sqrt{1 - (1 - r_{xz}^2)(1 - r_{xy \cdot z}^2)}.$$

#### δ) Geschwisterkorrelationen

Bei der Feststellung der Korrelationen in Geschwisterreihen kann man, um das Material voll auszunützen, jedes Geschwisterpaar doppelt erfassen; in die Korrelationstafel kann ein Geschwister jeweils als  $x$  oder  $y$  eingetragen werden. Die Aufstellung solcher Korrelationstafeln wird bei größeren Geschwisterreihen sehr mühsam. Einfacher ist folgendes Verfahren (nach HARRIS, bei KOLLER): Man benutzt das Korrelationsverhältnis  $\eta$  (vgl. S. 226) in der Formel

$$r = \frac{n \cdot \eta^2 - 1}{n - 1},$$

berechnet für jede Geschwisterschaft den Mittelwert  $M_x$  und bildet die Abweichungsquadrate dieser Familienmittel. Die Prüfung erfolgt nach einem logarithmischen Umrechnungsverfahren von R. A. FISHER (vgl. KOLLER). (Vgl. auch S. 266.)

#### ε) Beurteilung und Deutung von Korrelationen

Der wesentlichste Zweck der Korrelationsrechnung ist, überhaupt den Nachweis einer Verbundenheit verschiedener Meßreihen zu führen. Die Korrelation zeigt jedoch nichts anderes an, als daß eben Beziehungen bestehen. Über die Ursache der biologischen Zusammenhänge kann der Korrelationskoeffizient nichts aussagen.

Vor allem bedeutet eine festgestellte rechnerische Korrelation nicht, daß von vornherein ein sachlicher oder ursächlicher Zusammenhang zwischen den beiden geprüften Merkmalen besteht. Oft sind es dritte und vierte übergeordnete Faktoren, welche die beiden geprüften Merkmale gemeinsam beeinflussen. Viel als Beispiel herangezogen werden in diesem Zusammenhang solche Korrelationen von Merkmalen, die über Zeitreihen miteinander zusammenhängen. Man sichere sich hier vor Scheinkorrelationen und sog. Nonsense-Korrelationen durch das Mitführen von Merkmalen, die sicher keinen ursächlichen Zusammenhang mit den geprüften Merkmalen haben. Der Korrelationskoeffizient kann weiter stark dadurch beeinflußt werden, daß das Ausgangsmaterial biologisch nicht einheitlich, sondern zusammengesetzt ist. Tatsächlich bestehende Korrelationen können hierdurch verdeckt, nicht existierende Korrelationen vorgetäuscht werden. Man kann die Befunde leicht dadurch graphisch auf das Vorliegen einer Inhomogenität prüfen, daß man sie in der Korrelationstafel nach verschiedenen Gesichtspunkten unterschiedlich einstrichelt (z. B. Unterteilung in der Strichelung nach Männern, Frauen, Kindern oder nach verschiedenen Altersklassen usw.).

Werden zwei Merkmale miteinander korreliert, von denen das eine im anderen enthalten ist (Beispiel: Länge des Unterarmes und ganzen Armes), dann wird

ein Teil der gleichsinnigen Schwankungen abhängig sein von dem gemeinsamen Anteil der beiden Merkmale (Formel für den Ausgleich bei M. P. GEPPERT und bei KOLLER). Auch bei der Beurteilung der Korrelation von Indexwerten, die rechnerisch z. B. durch einen ihnen gemeinsamen Nenner z miteinander verknüpft sind, sind Scheinkorrelationen zu berücksichtigen. Zur Ausschaltung solcher Scheinkorrelationen steht die „spurious correlation“ (K. PEARSON) zur Verfügung. Sie errechnet sich aus den Variabilitätskoeffizienten der absoluten Merkmale x, y und z nach

$$r = \frac{V_z^2}{\sqrt{(V_x^2 + V_y^2)(V_y^2 + V_z^2)}}.$$

(Formel nach KOLLER.)

Auch bei der Korrelation von Prozentzahlen  $p_i$  treten Scheinkorrelationen auf, da die gegeneinander geprüften Prozenzhäufigkeiten untereinander verknüpft sind nach

$$\sum_i p_i = 100\%.$$

In der Erbstatistik kann der Korrelationskoeffizient  $r$  ebenfalls nicht als eindeutiges Maß für den erblichen Zusammenhang zwischen den Individuen oder Gruppen genommen werden. Die Größe von  $r$  ist in erster Linie abhängig von der Anlagehäufigkeit und dem Erbgang.

Die Abhängigkeit der Korrelation von der Häufigkeit der Erbanlagen im Falle dominant-rezessiven Verhaltens bei alternativer Variabilität ist aus folgender Tabelle ersichtlich (n. LENZ):

Häufigkeit der dominanten Erbanlage	0,0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9	1.0
Häufigkeit der rezessiven Erbanlage	1.0	.9	.8	.7	.6	.5	.4	.3	.2	.1	.0
Korrelation zwischen Eltern und Kindern	.50	.47	.44	.41	.38	.33	.29	.23	.17	.09	.00

Dabei ist angenommen, daß das Zusammentreffen der Anlagen rein nach Maßgabe der Häufigkeiten erfolgt und daß äußere Einflüsse für die Manifestation der Anlagen keine Rolle spielen. Bei intermediärem Verhalten ist zwischen Eltern und Kindern stets eine Korrelation von 0,5 zu erwarten, ganz gleich, mit welcher Häufigkeit intermediäre Anlagen verbreitet sind, ebenso zwischen Geschwistern.

Ist die Häufigkeit der rezessiven Erbanlagen  $m$ , so ist die Korrelation zwischen Eltern und Kindern

$$\frac{m}{1+m}$$

und zwischen Geschwistern

$$\frac{1}{2} \left( \frac{m}{1+m} + \frac{1}{2} \right)$$

(n. WEINBERG).

Bei Merkmalen mit genau bekanntem Erbgang wird man auf die Korrelationsrechnung selten zurückgreifen, da  $r$  keine bessere Information liefert als z. B. der Vergleich der Spaltungsziffern mit einer der üblichen Methoden (z. B.  $\chi^2$ -Verfahren). Für bestimmte Zwecke ist die Berechnung des Korrelationskoeffizienten  $r$  jedoch die Methode der Wahl: Besonders häufig wird die Korrelationsrechnung angewandt bei unvollständiger Manifestation und ungenauer Erkennbarkeit eines Merkmals.

Wenn eine Erbanlage durch Umwelteinflüsse an der Äußerung gehindert wird, so wird die Korrelation um so niedriger, je häufiger diese Unterdrückung statthat. Wie der Verlauf der Korrelation zwischen Eltern und Kindern mit steigender Häufigkeit der Unterdrückung durch Umwelteinflüsse sich gestalten würde, zeigt folgende Zahlenreihe (n. LENZ):



Die dominante Anlage

wird unterdrückt in

Die Korrelation zwischen

Eltern und Kindern beträgt

0,0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9	.0
0,33	.23	.17	.12	.09	.07	.05	.03	.02	.01	.00

Es ist dabei vorausgesetzt, daß die Häufigkeit der dominanten Erbanlage 0,5 sei, folglich ebenso die der rezessiven. Bei intermediärem Verhalten fällt die Korrelation sowohl zwischen Eltern und Kindern als auch die zwischen Geschwistern von 0,5 bis 0 ab.

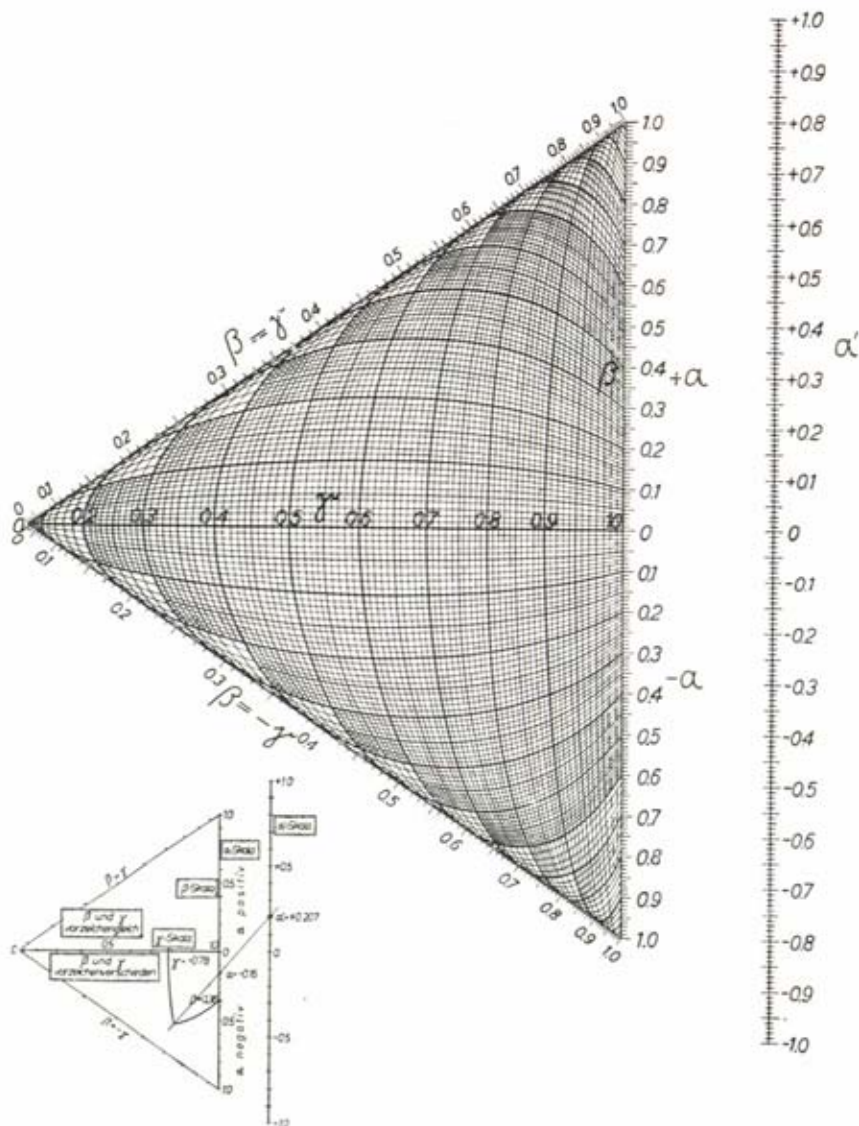


Abb. 119. Berechnung partieller Korrelationskoeffizienten.  $\alpha_i = \frac{\alpha - \beta_i}{\sqrt{(1 - \beta_i^2) (1 - r^2)}}$

Anmerkung: Die beiden gestrichelten Linien der  $\gamma$ -Skala haben die Werte 0,995 u. 0,999.

Aus: KOLLER, S., Graphische Tafeln; Steinkopff, Darmstadt 1953.

Die vor allem in der psychiatrischen Erbforschung viel gebrauchten empirischen Erbprognosenziffern (RÜDIN, SCHULZ u. a.) sind letzten Endes Verwandtenkorrelationen; die Ziffern hängen formelmäßig mit dem Korrelationskoeffizienten zusammen.

Bei quantitativen Merkmalen und qualitativen Merkmalen mit bestimmter Abstufbarkeit (diskontinuierliche Merkmale) ist man auch in der Erbstatistik hauptsächlich auf die Korrelationsrechnung angewiesen. Soweit bei der Aufteilung der Korrelationstabellen keine klaren Aussagen über den Erbgang gemacht werden können (was meist der Fall sein wird), begnügt man sich bei der Darstellung und weiteren Verarbeitung des Materials mit Entsprechungstabellen. Unzweckmäßig ist es, eine Klasseneinteilung zu erzwingen durch willkürliche Grenzzetzungen.

In manchen speziellen Fällen wird man über den Korrelationskoeffizienten eine recht gute Information über den Beweiswert eines bestimmten Merkmals für die Verwendung im erbbiologischen Vaterschaftsnachweis erhalten können. Die Merkmalshäufigkeit in Verbindung mit der Höhe des Korrelationskoeffizienten läßt dabei unter Umständen Schlüsse zu über die Art des Erbganges auch bei solchen Merkmalen, die sicher mehrfaktoriell bedingt sind, die aber doch bestimmten Dominanz-Rezessivitäts-Regeln gehorchen.

Bei der Korrelationsrechnung für erbbiologische Zwecke muß man zur Beurteilung des Koeffizienten immer berücksichtigen, daß mit dem Korrelationskoeffizienten alle Einflüsse auch nichterblicher Art (Umwelteinflüsse, Auslesefaktoren sowie alle Abweichungen von der Panmixie) erfaßt werden. Der Korrelationskoeffizient gibt also im wesentlichen keinen Aufschluß allein über erbliche Zusammenhänge, sondern er mißt den relativen Grad der Ähnlichkeit. Auf keinen Fall ist über die Korrelation zwischen zwei Merkmalen eine Aussage möglich hinsichtlich einer etwa bestehenden genetischen Koppelung; für die Berechnung der Koppelung müssen andere Verfahren herangezogen werden. Die Korrelation zwischen zwei Merkmalen kann einmal bedeuten, daß die beiden geprüften Merkmale von einem übergeordneten Faktor gesteuert werden; zum anderen kann eine noch nicht völlige Durchmischung hinsichtlich zweier Merkmale in einer Population in einer stärkeren Korrelation ihren Ausdruck finden (Beispiel bei KOLLER).

### 1) Streuungszerlegung (Varianzanalyse)

Ein großer Teil der in den vorhergehenden Abschnitten beschriebenen Verfahren kann als eine Sonderform der Streuungszerlegung betrachtet werden (vgl. z. B. mehrfache und nichtlineare Zusammenhänge, Mittelwertvergleiche, Streuungsvergleiche). Dieses Verfahren gewinnt in den letzten Jahren auch im deutschen Schrifttum immer mehr an Bedeutung, nachdem es schon vorher besonders in England viel gebräuchlich war. Vor allem in der Versuchsplanung sowie ganz allgemein bei der statistischen Bearbeitung quantitativer Merkmale hat die Streuungszerlegung große Vorzüge gegenüber den bisherigen Verfahren. Auch ihr Einsatz in der Erbforschung quantitativer Merkmale ist erfolgversprechend, da mit ihr speziell bei der Prüfung physiologischer Merkmale die verschiedenen hier möglichen Einflüsse auf das Merkmal erfaßt und jeweils ausgeschaltet werden können.

Das Prinzip der Streuungszerlegung stammt von W. LEXIS, dessen „Dispersionstheorie“ zum erstenmal eine Aufteilung der Streuung einer Beobachtungsreihe in eine „wesentliche“ und eine „unwesentliche“ Komponente vorsieht. R. A. FISHER entwickelte die moderne Form der Streuungszerlegung. Sie beruht darauf, daß in einer Beobachtungsreihe mit bestimmtem Mittelwert und bestimmter Streuung (Varianz) bei jeder Unterteilung des Materials nach irgendwelchen Gesichtspunkten die Mittelwerte und Streuungen dieser neugebildeten Untergruppen nur Zufallsabweichungen zeigen dürfen gegenüber dem ursprüng-

lichen Mittelwert und der ursprünglichen Streuung. Bestehen nun bei einer der vorgenommenen Unterteilungen sachliche Unterschiede, dann wirkt sich dies in einer stärkeren Abweichung des Mittelwerts oder der Streuung aus. Die Unterschiede können statistisch leicht geprüft werden. Auf diese Grundform der Streuungszerlegung können sehr viele verschiedene Fragestellungen in jeweils unterschiedlicher Variation zurückgeführt werden.

Bei der einfachen Streuungszerlegung soll geprüft werden, ob von einer gewissen Zahl  $r$  von Durchschnitten mindestens zwei voneinander abweichen. Bei dem bisher üblichen Vorgehen würde man jeden Mittelwert  $M_i$  gegen jeden anderen Mittelwert prüfen müssen. Der Arbeitsaufwand wäre entsprechend groß. Dazu kommt, daß man für diese Prüfung jeweils nur eine geringe Zahl von Freiheitsgraden zur Verfügung hätte, so daß man unter Umständen für die statistische Sicherung eines Unterschiedes das Material stark vergrößern müßte. Für die vorgesehene Prüfung mit der Streuungszerlegung wird die Streuung innerhalb der Gruppen berechnet. Setzt man innerhalb jeder einzelnen Gruppe (Umfang:  $n_i$ ; Mittelwert:  $M_i$ ) die Streuung als homogen voraus, dann erhält man

$$\frac{\sum_i (x_i - M_i)^2}{n - r}$$

Im nächsten Arbeitsgang berechnet man die Streuung zwischen den Gruppen:

$$\frac{\sum_i n_i (M_i - M)^2}{r - 1}$$

Fällt diese Streuung zwischen den Gruppen wesentlich größer aus als die Streuung innerhalb der Gruppen, so weichen mindestens zwei der Durchschnitte wesentlich voneinander ab. Ergibt der F-Test (Bildung des Quotienten aus den beiden Streuungen und Vergleich mit den Tafelwerten) kein signifikantes Ergebnis, dann kann man davon absehen, die Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppendurchschnitten zu prüfen. In ihrer üblichen Form wird diese Prüfung nach folgendem Schema dargestellt:

Art der Variation	df	Summe der Abstandsquadrate	Streuung
zwischen den Gruppen			
innerhalb der Gruppen			
insgesamt			

**Beispiel:** In 6 verschiedenen Gruppen von Elternkreuzungen haben die Kinder dieser Elternpaare folgende Mittelwerte für das akrale Elektrodermatogramm (n. BAITSCH):

Typen der Elternkreuzung	Mittelwerte der Kinder	
	n	rechts
1—4:1—4	1	150.00
1—4:5—6	10	189.10
1—4:7—11	11	201.27
5—6:5—6	10	221.10
5—6:7—11	48	223.55
7—11:7—11	34	233.08



Es soll geprüft werden, ob mindestens einer der Mittelwerte von einem anderen abweicht. Die Streuungszerlegung ergab folgendes Resultat:

Art der Variation	Zahl der Freiheitsgrade	Summe der Abstandsquadrate	Streuung
Zwischen den Gruppen	4 <sup>*)</sup>	23.556,24	5.889,06
Innerhalb der Gruppen	115	108.517,89	934,63
Insgesamt	119	132.074,13	—

$F = 6,24 > 3,479$  ( $P = 0,01$ ) und auch  $> 4,947$  ( $P = 0,01$ ).  
(Vergleichswerte siehe S. 210/213;  $F$  = Verteilung.)

Die **mehrfache Streuungszerlegung** geht vom gleichen Prinzip aus wie die einfache. Nur werden jetzt anstelle einer Gruppierung zwei oder mehrere vorgenommen. Durch diese Hereinnahme von mehreren Variablen lassen sich nicht nur die Einflüsse dieser jeweiligen Gruppierungen auf das Gesamtmaterial, sondern auch die Wechselwirkungen (interactions) der verschiedenen Variablen untereinander erfassen (vgl. Mehrfachregressionen und -Korrelationen). Ausführliche Rechenanleitungen finden sich z. B. bei P. O. JOHNSON.

Da die Streuungszerlegung auf der Normalverteilung aufbaut, ist ihre Voraussetzung, daß die Meßwerte innerhalb einer Klasse möglichst normal verteilt sind. Auch wenn diese Voraussetzung im Einzelfall nicht genau zutrifft, so ergeben die mit der Varianzanalyse gewonnenen Resultate oft doch noch verlässliche Ergebnisse. Man kann bei stärkeren Abweichungen von der Normalverteilung Transformationen durchführen. Im einfachsten Fall erreicht man mit einer Logarithmierung der Einzelmesswerte eine Normalisierung, die für die praktischen Zwecke ausreicht.

Eine Transformation wird auch notwendig, wenn man eine Streuungszerlegung von Häufigkeiten (bei qualitativen Merkmalen) durchführen will, damit in jeder Klasse die Grundgesamtheit der Streuung gleich wird. Man transformiert in solchen Fällen die Wahrscheinlichkeiten  $p$  der Merkmale in den einzelnen Klassen nach

$$\arcsin \sqrt{p}.$$

Die so gewonnenen Werte zeigen Streuungen, die von Klasse zu Klasse (theoretisch) nicht mehr variieren können. Bei seltenen Häufigkeiten genügt die Transformation  $\sqrt{p}$ . Für weitere Fälle stehen eine Reihe von Transformationen zur Verfügung, die von englischen und amerikanischen Statistikern bereits weitgehend erprobt wurden. Die Frage, wie weit durch solche Transformationen wesentliche Eigenschaften der Variablen verwischt werden, ist hingegen noch ungenügend untersucht. Bei der mehrfachen Streuungszerlegung soll nach Möglichkeit jede Gruppe gleich besetzt sein. Ein Verfahren, diese Vorschrift zu umgehen, stammt von YATES. Der Rechenaufwand wird aber dabei doch erheblich vergrößert.

Als eine Abart der Streuungszerlegung entwickelte in neuerer Zeit RAO die **Dispersionanalyse** (Analysis of Dispersion), bei der Gruppenunterschiede unter Heranziehung mehrerer Merkmale getestet werden.

Voraussetzungen über Zusammenhänge zwischen den Prüfmerkmalen werden hier nicht gemacht. An Stelle des  $F$ -Testes tritt als Prüffunktion das sog.  $A$ -Kriterium von WILKS. Der an sich nicht unerhebliche Rechenaufwand wird durch Näherungsmethoden verringert. Ausführliches Tabellenmaterial steht noch nicht zur Verfügung.

## d) Gruppenunterschiede in mehreren Merkmalen;

### Die Stellung eines Individuums zu den Gruppen

Befriedigende Lösungen zur Beurteilung der Unterschiede in mehreren Merkmalen bei Gruppen und Individuen wurden erst in neuerer Zeit angegeben.

<sup>\*)</sup> Wegen der geringen Besetzung der Elterngruppen 1—4:1—4 wurden für die Durchführung der Varianzanalyse diese Gruppen zusammengelegt mit der Elterngruppe 1—4:5—6, so daß insgesamt 5 Gruppen gebildet waren; hierdurch ergibt sich für die Variation „Zwischen den Gruppen“ die Zahl der Freiheitsgrade 4.

Die früher gebräuchlichen Methoden, im deutschen Schrifttum vorzugsweise graphische Methoden, lassen durch ihre Vielfalt und letzten Endes zu starke Komplizierungen und Unübersichtlichkeiten erkennen, daß sie den gestellten Anforderungen offenbar nicht genügen. Hinzu kommt, daß mehrere dieser Verfahren im engeren Sinn keine statistischen Methoden sind, sondern allein zurechtgestellt sind nach mehr oder minder willkürlichen Voraussetzungen. In der nachfolgenden Darstellung sind deshalb nur die Grundlagen der wichtigsten Verfahren zusammengestellt, soweit sie heute noch Bedeutung haben und gegenüber den moderneren Verfahren entwicklungsfähig erscheinen.

Maßgebend für den Grad der Ähnlichkeit zwischen zwei Individuen ist die Differenz in den individuellen Meßwerten (Abb. 120, 121, vgl. auch Abb. 66, 69, 70, 71). Dies setzt jedoch voraus, daß das berücksichtigte Merkmal wirklich trennfähig ist, d. h. es muß abstufbar und seine Variationsbreite innerhalb der Gruppe, aus der die beiden Individuen stammen, muß groß genug sein (Beispiel: Die Körpertemperatur zeigt beim gesunden Menschen eine nur sehr geringe Variabilität; die Unterschiede von Individuum zu Individuum sind also nur sehr klein. Im Leistenhöchstwert der Fingerbeeren ist die Variabilität sehr groß; das Merkmal wird so zu einem guten Trennmerkmal). Hieraus ergibt sich die Forderung (MICHELSON, SALLER u. a.), daß die Streuung  $\sigma$ , die die Variabilität kennzeichnet, als Normierungsmaß zu verwenden ist für jeden individuellen und Gruppenvergleich. Auf diese Art der Normierung wird immer wieder Bezug genommen werden.

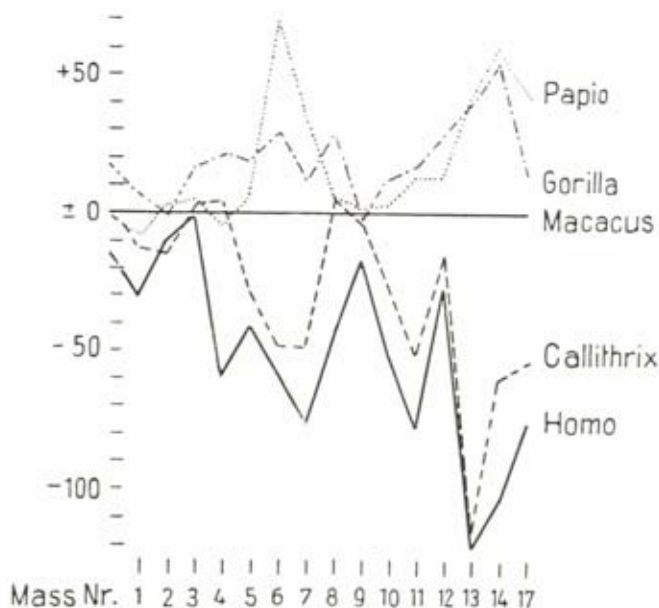


Abb. 120. Graphische Darstellung von Ähnlichkeiten im Abweichungsdiagramm; die Methode ist an sich richtig, falsch sind die gezogenen Schlüsse auf verwandtschaftliche Beziehungen.

Widerlegung der Verwandtschaftsfeststellung durch einfache Ähnlichkeitsermittlung. 17 Merkmale des Schädels sind auf den Typ Macacus (Abszisse) bezogen (nach GRIMM). Sie ergeben eindeutig größere Ähnlichkeit zwischen Gorilla und Pavian einerseits zwischen Mensch und Callithrix andererseits, völlig in Abweichung von den natürlichen Verwandtschaftsverhältnissen (n. REMANE).

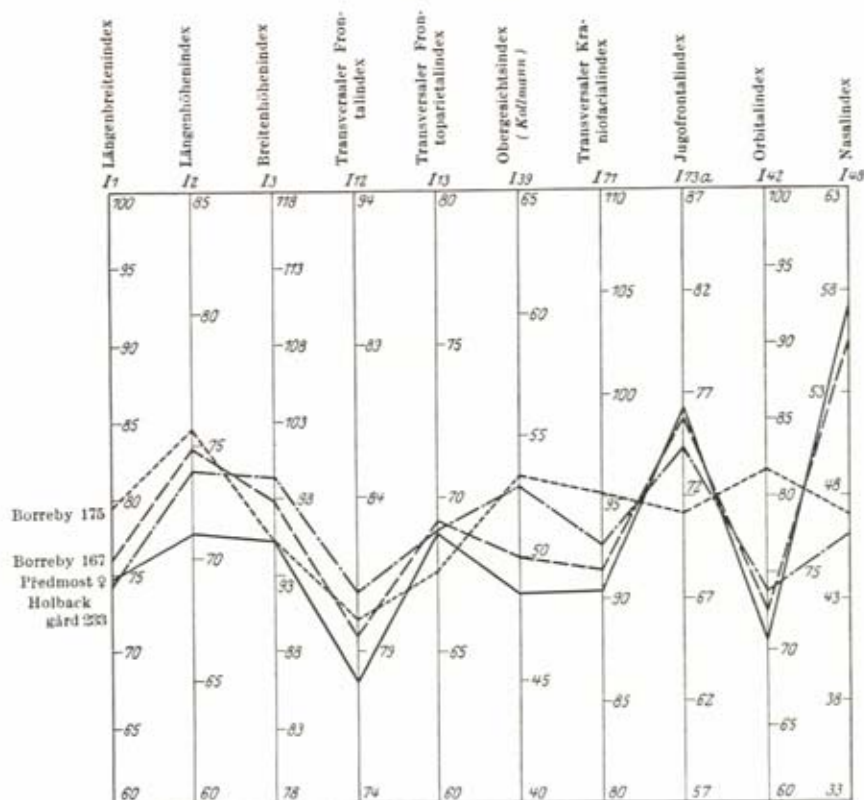


Abb. 121. Graphische Darstellung der individuellen Indexwerte zur Kennzeichnung der Ähnlichkeit.

Die Cromagnonrasse unter den dänischen Funden der jüngeren Steinzeit.

Ein wichtiges Verfahren zum Vergleich zwischen zwei und mehr Individuen in mehreren Merkmalen, das als Grundlage für neuere Methoden gelten kann, wurde von CZEKANOWSKI angegeben: Die durchschnittliche Differenz  $\bar{c}$ . Man erhält die durchschnittliche Differenz zwischen zwei Individuen, indem man die Differenz der einzelnen Merkmale der beiden zu vergleichenden Individuen ohne Berücksichtigung der Vorzeichen addiert und dann durch die Zahl der Merkmale dividiert. Dieses Verfahren läßt sich auf mehrere Merkmale ausdehnen, für die damit eine Aussage über ihre gegenseitige Stellung (Ähnlichkeit—Unähnlichkeit) möglich ist. Um die verschiedenen verwendeten Merkmale zu normieren, empfiehlt es sich, die Differenz nicht in absoluten Beträgen, sondern in Streuungseinheiten anzugeben und nach dieser Normierung auch graphisch darzustellen. Ein historisches Beispiel ist der von CZEKANOWSKI durchgeführte Vergleich von 13 Neandertal- und anderen paläolithischen Schädeln (Tabelle S. 236).

Gegen die durchschnittliche Differenz läßt sich einwenden, daß die Korrelation zwischen den einzelnen Merkmalen die zuletzt erhaltene Information der durchschnittlichen Differenz verfälschen. Die morphologische Differenz (HURN) versucht die unterschiedlichen Korrelationen zwischen den verschiedenen Merkmalen zu homogenisieren. Es wird für jedes einzelne Merkmal der verwendeten Merkmalsgruppe ein mittlerer Korrelationskoeffizient  $r'$  gebildet (z. B. mittlere Korrelationen des Merkmals a zu den Merkmalen b, c, d, . . . . ., des Merkmals b zu a, c, d, . . . . . usw.).



Mit diesem Koeffizienten  $r'$  (immer kleiner als 1) werden die einzelnen Differenzen gewichtet. Mit diesem Verfahren wird jedoch das Problem der Ausschaltung von Korrelationen nicht gelöst (vgl. hierzu u. a. LUDWIG-WARTMANN über den Informationsverlust bei korrelierten Merkmalen sowie PENROSE 1953/54).

**Rechenbeispiel.** Als (klassisches) Beispiel seien die durchschnittlichen Differenzen von 13 prähistorischen Schädeln wiedergegeben. In der folgenden Tabelle wird die durchschnittliche Abweichung je zweier Schädel gefunden, indem man diese auf der vertikalen bzw. horizontalen Kolonne aufsucht. Wo die Kolonnen der beiden Schädel zusammentreffen, findet sich die gesuchte durchschnittliche Differenz.

	Spy I	Spy II	Krapina C	Krapina D	Neandertal	Gibraltar	Pithecanthr.	Cannstatt	Galley Hill	Brünn	Brüx	Egisheim	Nowosiolka
Spy I	0,0	5,4	5,4	4,2	5,0	6,6	8,1	16,3	10,3	9,1	9,4	11,4	8,3
Spy II	5,4	0,0	5,0	2,7	4,2	5,7	10,3	11,7	6,5	5,4	5,9	6,3	5,3
Krapina C	5,4	5,0	0,0	6,7	6,5	5,0	9,3	9,0	9,9	8,3	6,7	6,1	7,0
Krapina D	4,2	2,7	6,7	0,0	4,7	9,1	16,5	15,9	13,4	12,7	10,7	12,9	9,1
Neandertal	5,0	4,2	6,5	4,7	0,0	6,8	10,1	13,2	10,5	9,2	7,3	9,1	7,2
Gibraltar	6,6	5,7	5,0	9,1	6,8	0,0	11,3	11,8	10,0	9,2	7,7	9,0	9,0
Pithecanthr.	8,1	10,3	9,3	16,5	10,1	11,3	0,0	15,1	14,6	15,4	10,2	10,5	13,6
Cannstatt	16,3	11,7	9,0	15,9	13,2	11,8	15,1	0,0	10,5	12,5	8,2	4,8	6,8
Galley Hill	10,3	6,5	9,9	13,4	10,5	10,0	14,6	10,5	0,0	3,6	5,4	5,6	5,2
Brünn	9,1	5,4	8,3	12,7	9,2	9,2	15,4	12,5	3,6	0,0	6,3	3,3	3,7
Brüx	9,4	5,9	6,7	10,7	7,3	7,7	10,2	8,2	5,4	6,3	0,0	5,8	4,6
Egisheim	11,4	6,3	6,1	12,9	9,1	9,0	10,5	4,8	5,6	3,3	5,8	0,0	4,1
Nowosiolka	8,3	5,3	7,0	9,1	7,2	9,0	13,6	6,8	5,2	3,7	4,6	4,1	0,0

Nach CZEKANOWSKI (1909)

Eine entscheidende Voraussetzung für den Vergleich bzw. die Trennung verschiedener Gruppen in mehreren Merkmalen und die Zuordnung eines Individuums zu einer von mehreren Gruppen ist die **Merkmalsauswahl**: Es müssen zweckmäßigerweise solche Merkmale gefunden werden, die einen möglichst großen Trennwert besitzen und nicht miteinander korreliert sind.

Als Vorläufer der Trennverfahren können die lange Zeit in der Anthropologie viel benutzten Indices angesehen werden, in denen mehrere (meist zwei) Meßwerte rechnerisch miteinander verknüpft wurden in der Absicht, mit der Verknüpfung die Trenneigenschaften der einzelnen Maße zusammenzufassen. Wie sich gezeigt hat, ist aber doch die Informationsstärke der Maße allein (z. B. der Kopflänge und der Kopfbreite bzw. der Nasenlänge und der Nasenbreite) gegenüber den daraus gebildeten Indices (Längen-Breiten-Index, Nasen-Index), verglichen an Hand der Diskriminanzanalyse größer (A. A. WEBER).

Folgende Verfahren können weiter verwendet werden:

1. Man kann die Wahrscheinlichkeitswerte  $P$  aus dem Mittelwertsvergleich verschiedener einzelner Meßreihen zusammenfassen, wozu man folgendermaßen vorgeht: Die bei einem Mittelwertsvergleich erhaltenen  $P$ -Werte werden den Normalverteilungstafeln (oder bei kleineren Stichproben den  $t$ -Tafeln) entnommen. Für diese  $P$ -Werte werden nun nach der Formel

$$\chi^2 = -2 \log \text{nat } P$$

$\chi^2$ -Werte berechnet (R. A. FISHER). Diese  $\chi^2$ -Werte werden addiert und geprüft (Zahl der Freiheitsgrade  $df = 2 \times \text{Anzahl der Merkmale}$ ). Der diesem  $\chi^2$ -Wert entsprechende Wahrscheinlichkeitswert gibt nun an, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein Unterschied wie der zwischen den Gruppen beobachtete durch Zufall auf-

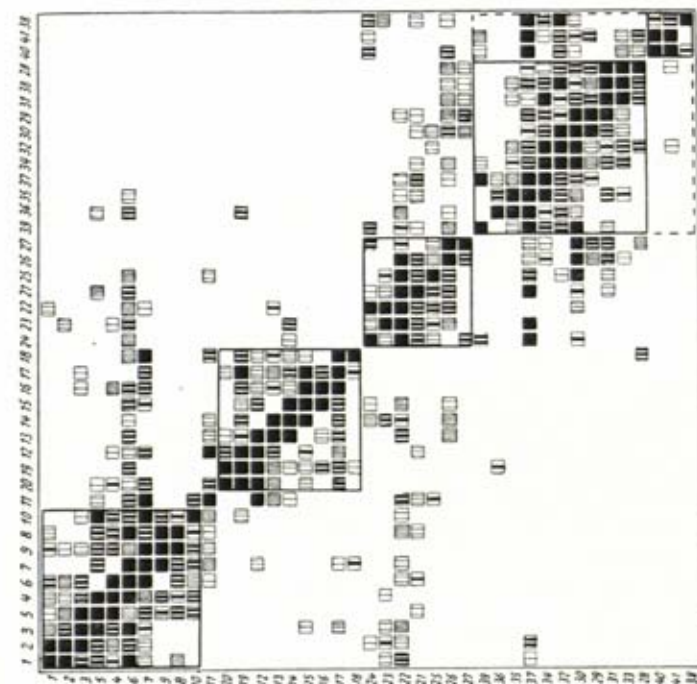


Abb. 122a. CRL. Coefficient of Racial Likeness auf Grund der Berechnungen von G. M. MORANT (1928).

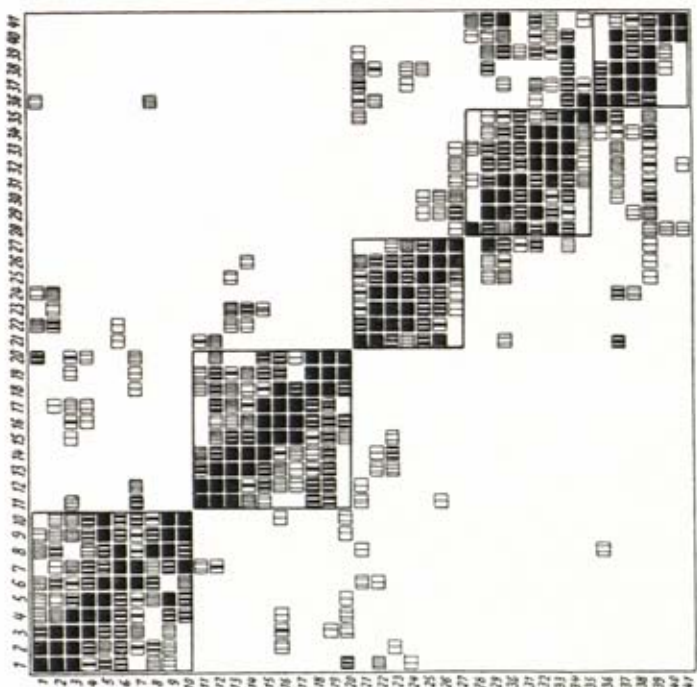


Abb. 122b. DDR 3.4. Durchschnittliche relative Differenzen auf Grund von drei Indices und vier absoluten Maßen berechnet.

Abb. 122a und b. Vergleich der Ergebnisse des CRL (Coefficient of Racial likeness) mit der durchschnittlichen rel. Differenz (n. CZEKANOWSKI).

treten kann. Das Verfahren setzt voraus, daß die betrachteten Merkmale voneinander unabhängig sind, also keine irgendwie gearteten Korrelationen zwischen ihnen bestehen. Die Zugehörigkeit eines Individuums zu einer Gruppe wird dann geprüft durch die Zusammenfassung aller Wahrscheinlichkeiten für jedes einzelne Merkmal dieses Individuums zu einem Gesamtwert. Die Aufstellung dieser Wahrscheinlichkeit leitet im Prinzip über zu den Trennverfahren, speziell die WELCH-Analyse.

2. Der Coefficient of Racial Likeness (CRL) K. PEARSONS (Abb. 122 a und b) verwendet in seiner ursprünglichen Form nur die Mittelwertsdifferenzen der  $r$  erfaßten Merkmale. Unterscheiden sich zwei Gruppen, deren Mittelwerte  $M_i'$  und  $M_i''$  ( $i = 1, 2, \dots, r$ ) aus Versuchsreihen mit den Umfängen  $n_i'$  und  $n_i''$  errechnet wurden, nur zufällig, dann ist

$$\text{CRL} = \frac{1}{r} \sum_{i=1}^r \frac{n_i' \cdot n_i''}{n_i' + n_i''} \left( \frac{M_i' - M_i''}{S_i} \right)^2 - 1$$

gleich 0. Dabei bedeutet  $S_i$  den mittleren Fehler der entsprechenden Mittelwertsdifferenz. PAERL und MINER erfassen auch die Streuung der Merkmale. Die Fehlerrechnung ist bei diesem Verfahren nicht exakt durchführbar. Ein Nachteil des CRL ist der, daß die Merkmalsauswahl sich sehr stark im Ergebnis auswirkt, vor allem dann, wenn die verwendeten Merkmale mehr oder minder stark miteinander korreliert sind. Mit Hilfe eines Korrekturfaktors kann man die Korrelationen einigermaßen berücksichtigen (PENROSE 1954).

3. S. R. ZARAPKIN mißt die Ähnlichkeit mehrerer Gruppen durch Vergleich einer Standardgruppe. Die Abweichungen der Merkmalsmittelwerte  $M_i'$  der zu untersuchenden Gruppe von den entsprechenden Mittelwerten  $M_i^0$  der Vergleichsgruppe werden nach deren mittleren Fehler  $S_i^0$  normiert:

$$\frac{M_i' - M_i^0}{S_i^0}$$

Die Streuung dieser für alle herangezogenen Merkmale aufzustellenden Meßgrößen um ihren Mittelwert ist klein, wenn sich die Gruppen nicht oder nur wenig unterscheiden. Echte Gruppenunterschiede sollen dann vorliegen, wenn diese Streuung groß genug ist und die Änderungen der verschiedenen Merkmale nicht einheitlich sind.

4. Die Trennverfahren. Die Verfahren, die sich um die von R. A. FISHER 1936 angegebene Discriminatory Analysis gruppieren und sie weiterentwickelt haben, leiten sich wie diese weitgehend ab von der Streuungsanalyse. Der Grundgedanke ist folgender: Zur Trennung zweier Populationen (Gruppen) soll der Abstand der Mittelwerte eines oder vieler Maße möglichst groß sein, damit die beiden Populationen voneinander getrennt werden können. WELCH geht nicht von Mittelwert und Streuung aus, sondern vom Verhältnis der Häufigkeiten einer bestimmten Merkmalsausprägung bei den beiden zu trennenden Populationen. Allen Trennverfahren ist nun gemeinsam, daß aus den Meßwerten der zu trennenden Populationen eine Entscheidungsfunktion aufgestellt wird, die die beiden Populationen optimal (Prinzip der Maximum-Likelihood-Methode!) trennt. Da der Rechenaufwand bei dieser ursprünglichen Formel der FISHER-Analyse sehr groß werden kann (die WELCH-Analyse ist in ihrer Ursprungsform praktisch noch nicht zu verwirklichen), wird man in der Praxis vorteilhafter und mit noch genügender Genauigkeit die sog. verkürzten linearen und quadratischen Entscheidungsfunktionen verwenden (PENROSE- und SMITH-Analyse). PENROSE führt zwei Rechenmaße ein: Die Summe der ungewichteten Meßwerte ergibt das Ausdehnungsmaß (size); es entspricht im Prinzip der durchschnittlichen Differenz



VON CZEKANOWSKI. Die Summe der besonders gewichteten Meßwerte bildet das Profilmaß (shape, profile); es entspricht dem von ZARAPKIN angegebenen Maß der Gruppenähnlichkeit. Bei durchgehend gleicher Korrelation zwischen den Merkmalen bleiben diese Rechenmaße selbst unkorreliert. Die lineare Entscheidungsfunktion aus diesen Rechenmaßen ergibt eine etwas geringere Trennschärfe als die quadratische Entscheidungsfunktion, die hingegen einen ungefähr doppelten Rechenaufwand erfordert.

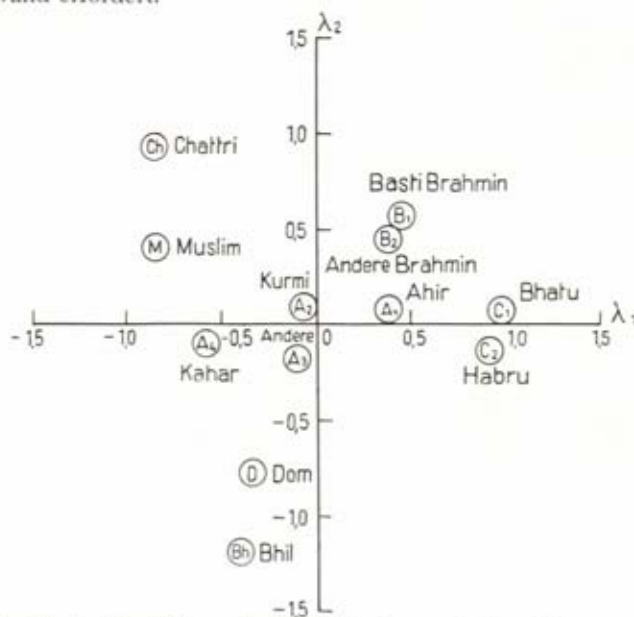


Abb. 123. Graphische Darstellung der Ähnlichkeiten und Abweichungen zwischen verschiedenen indischen Gruppen, erfaßt durch den „verallgemeinerten Abstand“ (n. RAO).

Vor der Durchführung der Trennverfahren ist eine Auswahl der Merkmale vorzunehmen: Je mehr Merkmale verwendet werden, um so größer wird der Rechenaufwand, um so schärfer wird aber auch möglicherweise die Trennung der Gruppen durchzuführen sein. Andererseits aber bringt die Hereinnahme von Merkmalen, die mit anderen ebenfalls verwendeten Merkmalen korreliert sind, kaum einen Zuwachs an Information: Der Rechenaufwand wird zwar erheblich vergrößert, der Wirkungsgrad der Trennformel erhöht sich jedoch nur unwesentlich. Die Auswahl der Merkmale geht zweckmäßigerweise folgendermaßen vor sich (BARNARD): Man prüft zuerst jedes einzelne Maß auf seine Trennfähigkeit, indem man die Mittelwertsdifferenz mit dem t-Test mißt. Je höher der t-Wert, um so größer die Trennschärfe dieses Einzelmaßes. Das Maß mit der größten Trennschärfe (höchster t-Wert) wird nun als Grundlage zur weiteren Rechnung benutzt: Man errechnet die Regression aller anderen Maße gegenüber diesem Maß mit der größten

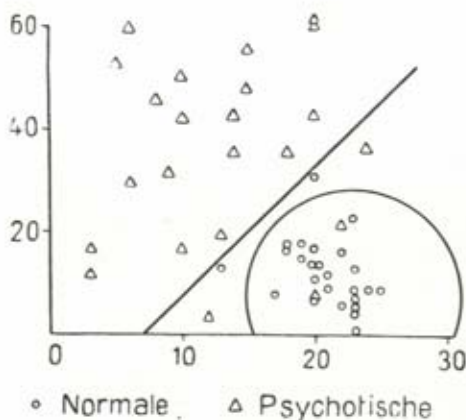


Abb. 124. Trennung zweier Gruppen (Psychotiker, Nichtpsychotiker) auf Grund der Ergebnisse zweier Tests durch die Diskriminanzanalyse (nach W. LUDWIG aus C. A. B. SMITH).

Trennschärfe. Das Maß mit dem höchsten signifikanten t-Wert benützt man für die Weiterrechnung. Die Berechnung weiterer Regressionen wird fortgeführt; die Maße, die noch signifikante t-Werte liefern, werden für die Verwendung in der Entscheidungsanalyse benützt, die anderen werden ausgeschieden.

Es ist nicht möglich, hier die formelmäßigen Grundlagen der verschiedenen Trennverfahren zu bringen. Für eine ausführliche Darstellung ist der Raum zu knapp; an Hand nur kurzer Formeln kann die Analyse aber nicht durchgeführt werden, so daß doch auf die Originalliteratur zurückgegriffen werden muß. Wesentliche Einzelheiten, die für den grundsätzlichen Rechengang genügen, vermitteln von den deutschsprachigen Arbeiten die Zusammenfassung von WARTMANN, dann auch LINDER, BAUER, BAUER-BAITSCH. Hinsichtlich der Durchführung einer Diskriminanzanalyse sei verwiesen auf das Kapitel „Angewandte Anthropologie“ dieses Lehrbuchs, in dem die Ergebnisse von Mutter-Kind-Untersuchungen (Grundlagen der Vaterschaftsbegutachtung) dargestellt sind. Im folgenden sollen nur einige wichtigere Möglichkeiten für die Anwendung der Trennverfahren erörtert werden.

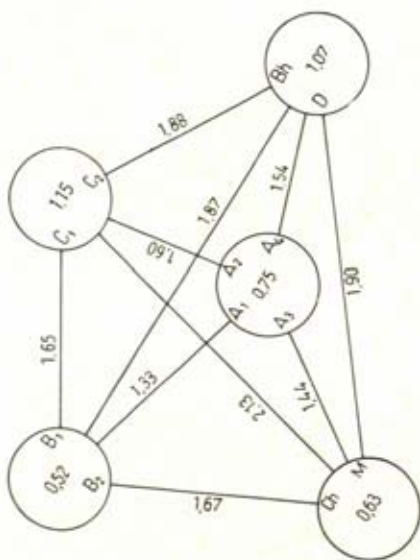


Abb. 125. Graphische Darstellung von Gruppenbeziehungen (verschiedene indische Kasten) an Hand des verallgemeinerten Abstandes (n. RAO).

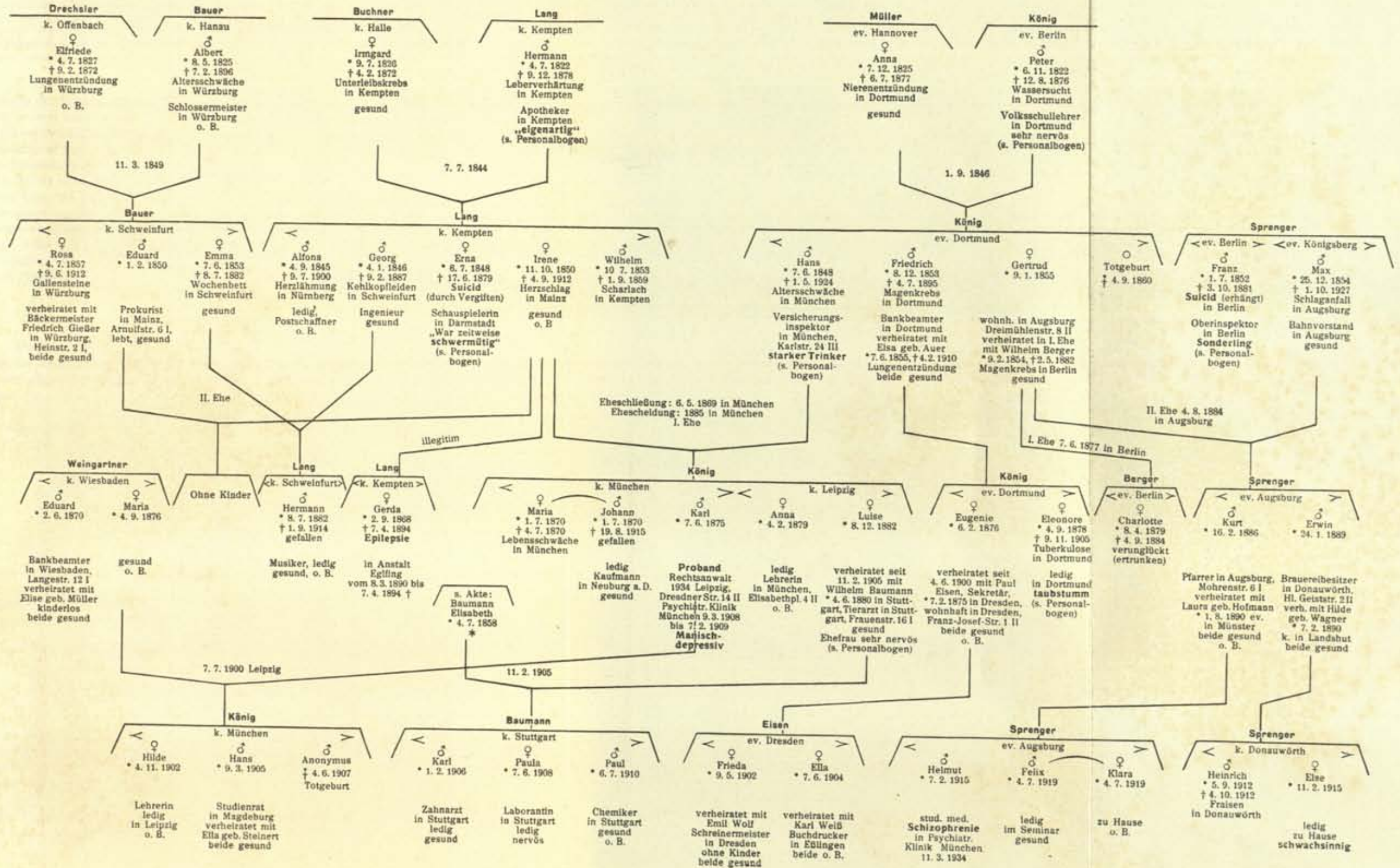
teilungen; er bringt ein Beispiel der Quantifizierung von Augenfarben (vgl. hierzu auch K. MAUNG, JOHNSON, BAUER-BAITSCH). BRONOWSKI und LONG konnten diskriminanzanalytisch den hominiden Charakter der Eckmilchzähne von Australopithecinen (im Vergleich zu Schimpansen, Orang-Utan, Gorilla) nachweisen. Vor allem von indischen Statistikern (MAHALANOBIS, MAJUMDAR, RAO) werden die Trennverfahren (vor allem auch der verallgemeinerte Abstand) häufig bei den in großem Umfang durchgeführten anthropologischen Erhebungen angewandt (vgl. auch die Abb. 123/124). LINDER führte einen Vergleich von Schädelserien (Material von K. HÄGLER) durch.

Einem Vorschlag von W. LUDWIG folgend wird der Einsatz der Trennverfahren auch auf die Vaterschaftsbegutachtung zu prüfen sein; entsprechende Vorarbeiten sind abgeschlossen (SCHWIDETZKY, BAUER und BAITSCH), auf die Originalliteratur wird verwiesen. Diese Anwendung der Trennverfahren, die erst in der Entwicklung steht, soll die bisher in der Begutachtungspraxis gebräuchlichen statistischen Verfahren, vor allem die ESSEN-

Die bisher vorliegenden Arbeiten, die sich methodisch der Diskriminanzanalyse bedienen, lassen erkennen, daß dieser Methodenkreis außerordentlich vielseitig einzusetzen ist. Es sind speziell solche Fragestellungen, die in der Anthropologie bisher noch nicht genügend exakt zu bearbeiten waren, die aber ein ganz besonderes Interesse schon von jeher beanspruchten. Methodisch bedeutsam ist der Vergleich der Trennfähigkeit von absoluten Merkmalen mit den aus ihnen errechneten Indices (A. A. WEBER). Es zeigte sich, daß die Indices (die ohnehin schon stark durch die Korrelation zwischen den Maßen belastet sind) nicht die Trennfähigkeit besitzen wie die Maße allein. So erreicht z. B. der Nasen-Index nur 12% des Wirkungsgrades gegenüber dem Trennverfahren, das die Nasenhöhe und Nasenbreite getrennt verwendet. Besser ist der Wirkungsgrad des Längen-Breiten-Index (95,6%). Ebenfalls von methodischem Interesse ist die Anwendung der Diskriminanzanalyse bei der Quantifizierung quantitativer Merkmale. Solche Quantifizierungen wurden bisher rein schematisch mit Hilfe ganzer Zahlen durchgeführt, wobei die innere Metrik des Merkmals verworfen wird und die Verteilung des Merkmals berücksichtigt bleibt. BAUER verweist z. B. auf die in der letzten Auflage dieses Lehrbuches durchgeführte Mittelwertberechnung bei den Augenfarbeneinteilungen.



# Erdachte Verwandtschaftstafel (nach B. SCHULZ) zu Seite 243.







MÖLLERSche Formel ablösen. Die E.-M. Formel versucht die Beweiswerte der einzelnen Merkmalskombinationen multiplikativ zu einer Gesamtwahrscheinlichkeit zu verknüpfen, die angeben soll, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein in Frage gestellter Mann der Gruppe der Väter oder Nichtväter zugeordnet werden kann. Die verwendete Formel ist jedoch nach ihrer Anlage nicht von Schwächen frei (vgl. vor allem LUDWIG und WARTMANN, sowie M. WENINGER) (vgl. Kapitel „Angewandte Anthropologie“).

6. Der verallgemeinerte Abstand  $D^2$  von MAHALANOBIS gibt, dem Prinzip der FISHER-Analyse entsprechend, ein Maß für den gegenseitigen Abstand von je zwei Gruppen an Hand eines vorgegebenen Merkmalsensembles an. Während bei der Diskriminanzfunktion der FISHER-Analyse die Meßwerte eines Merkmalsträgers linear kombiniert werden, verwendet der verallgemeinerte Abstand die Linearkombination der Mittelwertsdifferenz aus den zu vergleichenden Gruppen. Führt man also für die Trennung zweier Gruppen eine FISHER-Analyse durch, dann kann im Zug dieses Rechenganges leicht auch der verallgemeinerte Abstand berechnet werden. Mit der Berechnung von  $D^2$  lassen sich die Konstellationen mehrerer Gruppen zueinander zuletzt auch graphisch klar zum Ausdruck bringen (vgl. Abb. 125). Eine zusammenfassende Darstellung dieses Sachgebietes gab neuerdings RAO. Über die Zusammenhänge mit dem CRL (PEARSON) vgl. PENROSE (1954).

### 3. Die Erbstatistik

Die Methoden der Erbstatistik stützen sich im wesentlichen auf die Methoden der allgemeinen Statistik. Die Erbstatistik ist nur eine spezielle Anwendung dieser allgemein gültigen Verfahrensregeln. Auch einige besondere Verfahren, die allein für erbbiologische Zwecke entwickelt worden sind, lassen sich zurückführen auf die Wahrscheinlichkeitsrechnung. Der Grund dafür liegt darin, daß die MENDELSchen Regeln auch für den Menschen Gültigkeit besitzen; diese Erbgeregeln vollziehen sich aber nach den Regeln der Wahrscheinlichkeit.

Es kann hier nicht das gesamte, bisher vorliegende Material erbstatistischer Literatur berücksichtigt werden. Wichtigere Zusammenfassungen liegen hierzu vor von KOLLER, MITTMANN, SCHULZ, LUXENBURGER, DAHLBERG, GEPPERT-KOLLER; auf das Studium dieser deutschsprachigen Literatur sei vor allem zur Einführung verwiesen. Neuere Arbeiten zur Erbstatistik kommen hauptsächlich aus England und Amerika. In diesen sind die moderneren Methoden ausführlich dargestellt (R. A. FISHER, MATHER u. a.). Spezielle methodische Fragen werden laufend vor allem in angelsächsischen Zeitschriften (*Annals of Eugenics*, *Biometrika*, *Biometrics*) behandelt, deren Studium zur Weiterführung empfohlen wird. Der vorliegende Abschnitt soll nur die wichtigsten Methoden zusammenstellen, damit für den gegebenen Fall die zweckentsprechende Auswahl getroffen werden kann.

#### a) Materialgewinnung und grundsätzliche Materialbeurteilung

Vor jeder statistischen Erbanalyse steht die Definition dessen, was man unter einem Merkmal versteht. Diese Definition ist in der Regel abhängig von der Beobachtungstechnik und der Fragestellung: Man mißt z. B. den Blutdruck und bezeichnet die so erhaltenen Werte (mm/Hg) als Merkmal; oder man klassifiziert das morphologische Substrat „Kryptenbildung in der Irisstruktur“ nach verschiedenen Ausprägungsstufen, wobei die Abgrenzung dieser einzelnen Stufen mehr oder minder willkürlich vorgenommen wird (z. B. Krypten vorhanden — Krypten fehlen; oder: Krypten fehlen — einige kleine Krypten — mehrere kleine Krypten — einige mittelgroß — mehrere mittelgroß — einige groß — mehrere groß; weitere Unterteilungen z. B. nach der Lage sind möglich). Die vielfach festgestell-

ten Korrelationen zwischen den verschiedenen Einzelmerkmalen eines Merkmalskomplexes zeigen, daß diesen Einzelmerkmalen keine genetischen Radikale zugrunde liegen, sondern daß sie die Resultante oft vieler, ineinander übergreifender Erbeigenschaften darstellen. Dies gilt vor allem für Merkmale, die in mehreren Ausprägungsformen (kontinuierliche und diskontinuierliche Variabilität) vorkommen, so z. B. für metrische Merkmale, die Augenfarbe und verschiedene Merkmale der Irisstruktur, Haarfarbe usw. Eine Rückführung auf genetische Radikale gelingt meist leichter, wenn sich die Merkmale schon von vornherein bei der Beobachtung scharf voneinander in ihren verschiedenen Abstufungen oder Unterschiedlichkeiten abgrenzen lassen (alternative Variabilität), z. B. bei den Blutgruppen und -faktoren, bei manchen scharf vom Gesunden sich abhebenden Erb-leiden. Jedoch wird man immer auch hier wieder an Störungen denken müssen, die durch unvollständige oder gehemmte Manifestation, mangelnde Expressivität usw. hervorgerufen wurden. Nicht zuletzt ist zu berücksichtigen, daß ein und dasselbe phänotypische Merkmal nicht nur auf verschiedenen Anlagen beruht, sondern daß es auch rein exogen (z. B. durch Sauerstoffmangel oder Infektionen während der Embryonal- und Fetalperiode entstandene Mißbildungen) zu dieser Merkmalsbildung gekommen sein kann (sog. Phänokopien). Diese Verhältnisse erschweren naturgemäß eine exakte Erbanalyse, da sie schon von vornherein das Ausgangsmaterial jeder Statistik, die Merkmale, unsicher sein lassen. Die durchgeführten Erbanalysen sind deshalb oft nur relative Analysen, die über die Art des untersuchten Merkmals selbst also u. U. gar nichts aussagen können.

Die erste Frage, die dann die Erbanalyse beantworten soll, ist in der Regel die, wie weit den beobachteten Merkmalsunterschieden umweltstarre oder umweltsensitive Entwicklungsabläufe von den Genen her zugrunde liegen. Zur Beantwortung dieser Frage stehen verschiedene Methoden zur Verfügung: Im Vordergrund stehen die Familienuntersuchungen, in denen die verschiedenen möglichen Kombinationen zusammengestellt und die Merkmalsfrequenzen der verschiedenen Ausprägungen bei den Kindern bestimmter Elternkombinationen, also vornehmlich der Erbgang einzelner Eigentümlichkeiten, geprüft werden.

Die einfache Stammbaumanalyse gibt oft die ersten Hinweise auf starre Erbllichkeit. Gesicherte Ergebnisse bringt aber in der Regel erst die systematische Analyse planmäßig gesammelten Materials. Ergeben sich bei den Kindern der so zusammengestellten Elternkombinationen in der Merkmalsverteilung kleinzahlige, einfache Zahlenverhältnisse, wie sie a priori für bestimmte monomere Erbgänge zu erwarten sind, dann kann geschlossen werden, daß der Merkmalsunterschied durch ein Allelenpaar bedingt ist. Sind die Merkmalsausprägungen vielfältiger und die Zahlenverhältnisse nicht mehr einfach, dann wird man an das Zusammenwirken mehrerer Allelenpaare, aber auch an Manifestationsschwankungen bei monomerem Erbgang denken. Hinweise auf die Art des Erbganges, ob eine Merkmalsausprägung dominant oder rezessiv ist, ergeben sich oft schon bei der ersten Durchsicht des Familienmaterials. Zur Sicherung solcher einfacher Erbgänge wird das empirische Material statistisch darauf geprüft, ob es mit einem vorgegebenen Zahlenverhältnis mit mehr oder minder großer Wahrscheinlichkeit übereinstimmt (Nullhypothese). Findet sich eine gute Übereinstimmung, dann kann die Erbanalyse weitergeführt werden: Entsprechend gut durchgearbeitete Methoden z. B. für die Feststellung der Koppelung zweier Gene sind vorhanden, sie sind aber in der Erbforschung beim Menschen bisher wenig angewandt. Oft führt auch eine solche Untersuchung zu der Erkenntnis, daß das beobachtete „Merkmal“ überhaupt kein Merkmal im genetischen Sinn, d. h. keine Grund-, sondern eine irgendwie abgeleitete Eigentümlichkeit ist. Die weiteren Überlegungen sind dann dementsprechend anzusetzen.



Die Zwillingsuntersuchungen geben einen Anhalt, wieweit erbbedingte Merkmale umweltstabil oder umweltlabil sind, oder, mit anderen Worten, wie stark der Einfluß der Umwelt bei der Manifestation des betreffenden Gens ist (vgl. S. 263).

Bei der genealogisch-statistischen Darstellung von Verwandtschaftsverhältnissen unterscheidet man Aszendenztafeln und Deszendenztafeln. Die Kombination beider ist die Verwandtschaftstafel oder Erbtafel. Die Aszendenztafel (Vorfahrttafel, Ahnentafel) geht von einem bestimmten Individuum, dem Probanden, aus und stellt dessen direkte Vorfahren zusammen. Die Numerierung der einzelnen Personen dieser Tafel kann man, für jede Generation gesondert, fortlaufend durchführen. Die Deszendenztafel nimmt ihren Ausgang von einer Person der Vergangenheit und verzeichnet deren Nachkommen (nicht nur die männlichen, wie in der Genealogie oft üblich). Für die heute vielfach in der Erbforschung gebräuchlichen Verwandtschaftstafeln wird auf das beigegebene von B. SCHULZ stammende Beispiel verwiesen (Abb. 126 nach S. 240). Es sind in dieser Tafel alle für eine exakte Erbstatistik notwendigen Daten enthalten; für besondere Individuen sind Personalbögen mit Auszügen aus Krankenblättern, Kirchenbucheinträgen usw. angelegt.

Folgende Symbole werden bei der Anlage von schematischen Stammbäumen häufiger angewandt:

Männlich	$\sigma$	} gesund,	$\bullet$	} Merkmalsträger,	$\otimes$	} Überträger rezessiver Erbanlagen
Weiblich	$\varphi$		$\circ$		$\oplus$	

$\sigma\varphi$  Zwitter,  $\circ$  Geschlecht unbekannt,  $\otimes$  mehrere (x) gesunde verschiedengeschlechtliche Geschwister,  $\textcircled{2}$  Kinderzahl unbekannt,  $\textcircled{00}$  Zwillinge. Heiraten werden durch waagrechte Striche gekennzeichnet, Kinder durch senkrechte Bindestriche mit der elterlichen Ehe verbunden.

Die Symbole  $\square$  für  $\sigma$ ,  $\bigcirc$  für  $\varphi$  und  $\diamond$  für eine Person unbekannten Geschlechts sind speziell im amerikanischen Schrifttum üblich.

Bei der Anlage von ausführlichen Verwandtschaftstafeln benutze man die im Beispiel von B. SCHULZ (Abb. 126) benutzten Symbole. Man achte darauf, daß solche Tafeln von Anfang an lieber zu groß als zu klein angelegt werden; besonders soll der Abstand zwischen den jeweiligen Generationen nicht zu eng sein. Die Ortsangaben unter den waagrechten Linien bedeuten die Geburtsorte, durch die Häkchen  $< >$  wird ein unnötiges Wiederholen der Ortsangaben vermieden. Der Ehegatte eines Individuums wird nicht innerhalb sondern außerhalb der Geschwisterreihe oder unterhalb seinem Partner aufgeführt. Der Proband, von dem die Verwandtschaftstafel ausgeht, wird stets besonders gekennzeichnet (mit Pr, Proband oder farbig).

Was die Materialgewinnung im einzelnen betrifft, so kann man

1. eine gesamte Population untersuchen oder aus einer Population Familien rein zufällig, also siebungsfrei auf das zu prüfende Merkmal, entnehmen. Man nennt ein solches Material repräsentativ, weil anzunehmen ist, daß dieses Material, von Zufallsschwankungen abgesehen, dieselbe Zusammensetzung hat wie die gesamte Bevölkerung. Vor allem hat das M e r k m a l, das untersucht werden soll, auf die Auswahl des Materials keinen Einfluß. Das Verfahren kommt zur Prüfung von Merkmalen in Anwendung, für die vorherige anderweitige Beobachtungen verschiedene Ausprägungsformen ergeben haben (z. B. die verschiedenen Blutgruppen und Faktoren, die Merkmale des Tastleistensystems, Größenverhältnisse usw.). Von Bedeutung ist diese Art der repräsentativen Stichprobe besonders dann, wenn die zu untersuchenden Merkmale nicht besonders selten sind; es wird aber dann unrationell, wenn man Merkmale (insbesondere Anomalien) untersuchen will, die in der Gesamtbevölkerung nur selten vorkommen. Wollte man bei der

Untersuchung solcher Merkmale die gesamte Bevölkerung überprüfen, dann würde der größte Teil der erfaßten Familien sicher aus Individuen bestehen, die hinsichtlich dieser Merkmalsausprägung keine Information liefern. Man verwendet hier andere Verfahren, nämlich diejenigen der Familienauslese und der Probandenauslese.

2. Ist das zu untersuchende seltenere Merkmal *dominant*, dann wird man die Familien mit mindestens einem belasteten Elter auswählen (*Familienauslese*). Da homozygote Belastete wegen der Seltenheit der Anomalie sehr selten sind, kann man von vornherein jedem Belasteten den heterozygoten Genotypus *Aa* zuschreiben. Bei der weiteren Prüfung geht man so vor, daß Elterngruppen gebildet werden, bei denen der eine Elter belastet und der andere unbelastet ist oder beide Eltern belastet sind. Aus solchen Verbindungen ergeben sich dann, wenn das Merkmal tatsächlich sich monomer vererbt und die bestimmte Merkmalsausprägung dominant ist, einfache Spaltungsziffern, die mit errechneten Erwartungsziffern leicht zu vergleichen sind. Signifikante Nichtübereinstimmung deutet auf Ablehnung der Hypothese von Dominanz und ungestört monomeren Erbgang; es können weiter unvollständige Manifestationen, Polygenie oder überhaupt starke Umweltplastizität vorliegen. Ist das zu prüfende Merkmal *rezessiv*, dann ergeben sich methodisch einige Schwierigkeiten. Vor allem müssen bei der Auslese der Probanden, die man hinsichtlich ihres Behaftetseins mit der besonderen Merkmalsausprägung gesammelt hat, bestimmte Auslesefaktoren in der Rechnung berücksichtigt werden. Man spricht hier von einer systematisch einseitigen Auslese (WEINBERG). Geht man von einem sonst siebungsfrei erfaßten Familienmaterial aus, in dem jeweils in einer Familie mindestens ein merkmalbehaftetes Kind ist, dann werden alle jene Familien mit einem oder zwei heterozygoten Eltern nicht erfaßt, die nur gesunde Kinder hervorgebracht haben, was zufallsmäßig in bestimmter Häufigkeit von vornherein zu erwarten ist. Die Häufigkeit dieser nichterfaßten Familien ist um so größer, je kleiner die Kinderzahl einer Familie ist. Das so erfaßte Familienmaterial (von WEINBERG „repräsentatives [Familien-]Material“ genannt) enthält mehr belastete, das heißt merkmalsbehaftete Kinder als auf Grund des Erbganges zu erwarten ist (Rezessivenüberschuß) (vgl. Methoden zum Ausgleich unvermeidbarer einseitiger Auslese).

3. Eine dritte Art der Materialgewinnung stellt die *Probandenauslese* dar. Man geht hierbei so vor, daß man nicht Familien mit (mindestens) einem belasteten Kind als Grundlage der Materialgewinnung benutzt, sondern von vornherein zuerst die Probanden heranzieht, d. h. solche Personen, die Merkmalsträger sind. Diese Probanden werden nun auf die Belastung oder Nichtbelastung ihrer Eltern und Geschwister untersucht. Bei dieser sog. Probandenauslese erfolgt eine zweifache Auslese: Es wird einmal systematisch einseitig ausgelesen, wie es bei der vorher beschriebenen Art der Auslese schon der Fall war; zweitens muß angenommen werden, daß Familien mit vielen belasteten Kindern eher erfaßt werden als solche mit wenigen, weil im ersten Fall die Wahrscheinlichkeit, daß mindestens ein Kind an die erfassende Stelle (Gesundheitsamt oder Klinik) gerät, entsprechend größer ist. Der Bruchteil belasteter Kinder ist beim Probandenmaterial größer als bei der systematisch einseitigen Auslese und auch größer als bei völlig auslesefreier Materialgewinnung.

Ergänzend zu dem vorher Gesagten ist noch zu erwähnen, daß der Ausdruck „repräsentatives Familienmaterial“, der eigentlich nur im Sinne tatsächlicher Auslesefreiheit verwendet werden soll, gelegentlich auch verwendet wird für das nur systematisch einseitig ausgelesene Familienmaterial (WEINBERG). WEINBERG benutzte diesen Ausdruck vor allem deshalb, um das systematisch einseitig ausgelesene Material zu unterscheiden von dem



Material, insbesondere von dem Probandenmaterial, das außer der systematisch einseitigen noch einer anderen Auslese unterworfen ist.

Für die weitere Materialbeurteilung ist dann zu berücksichtigen, daß jede Erbstatistik von Merkmalshäufigkeiten (in Familiengruppen, Populationen, Verwandtschaftsgraden usw.) ausgeht, deren Beurteilung grundlegend davon abhängt, wie stark die empirischen Häufigkeitsziffern abweichen von den Merkmals-häufigkeiten in der gesamten Population. Nur dann, wenn für die Ermittlung der Häufigkeitsziffern eine echte Stichprobe aus der Bevölkerung ausgezählt wurde, ist die empirische Häufigkeit (mit den statistisch abgrenzbaren Schwankungs-breiten) wesensgleich mit der Merkmalshäufigkeit in der Gesamtbevölkerung. Völlig auslesefrei erhält man eine solche repräsentative Stichprobe dann, wenn das geprüfte Merkmal von dem Auslesemerkmal statistisch unabhängig ist.

Besondere Schwierigkeiten können sich ergeben, wenn man die Erblichkeitsverhältnisse von Krankheiten untersucht. Hier spielen unter Umständen viele Auslesefaktoren eine Rolle: Die Diagnose kann schwierig sein und subjektiven Fehlerquellen unterliegen, da eine eindeutige Abgrenzung der Krankheit von vornherein nicht möglich ist; die Krankheit tritt bevorzugt in einer bestimmten Altersklasse auf, sie hat unter Umständen auf das Verheiraten an sich und auf die Gattenwahl einen Einfluß; die Kinderzahl kann abhängig sein von der Krankheit. Diese Auslesefaktoren haben sich insbesondere in der psychiatrischen Erbforschung bemerkbar gemacht; die Methodik in diesem speziellen Zweig der Erbforschung wurde dementsprechend modifiziert, um diese Auslesefaktoren auszuschalten (B. SCHULZ, LUXENBURGER, KOLLER, WEINBERG, STRÖMGREN, GEPPERT-KOLLER u. a.).

Entscheidend wichtig für die Planung aller erbstatistischen Untersuchungen ist es, die möglichen Auslesefaktoren für das untersuchte Material zu berücksichtigen. Bei quantitativ nicht übersehbaren Ausleseinflüssen empfiehlt es sich grundsätzlich, eine Vergleichsreihe mitzuführen, für die die gleiche Erhebungsmethode angewandt wird wie für die eigentliche Untersuchungsreihe. Schwierigkeiten können sich ergeben, wenn man die so erhaltenen Ziffern vergleicht mit Angaben anderer Autoren. Insbesondere ist unter Umständen eine Korrektur des Zahlenmaterials in Berücksichtigung der Altersverteilung durch besondere Methoden notwendig. Nur die Häufigkeit der künftigen Merkmalsträger unter allen Geborenen der Population erlaubt einen Schluß auf die Häufigkeit der Erbanlage in der Bevölkerung.

Am einfachsten liegen die Verhältnisse dann, wenn das Merkmal sich schon früh manifestiert und wenn es keinen Einfluß auf die Sterblichkeit der Merkmalsträger besitzt. Man beschränkt in solchen Fällen die Untersuchung auf die Merkmalsträger, die das Manifestationsalter schon überschritten haben. Die Mehrzahl der anthropologisch wichtigeren gesunden Merkmale des Menschen gehören zu dieser Gruppe. Hat das zu untersuchende Merkmal aber einen Einfluß auf die Sterblichkeit, dann sind in der augenblicklich lebenden Bevölkerung weniger Merkmalsträger vorhanden als der ursprünglichen Anlagehäufigkeit entspricht. Da der augenblickliche Bestand an solchen Merkmalsträgern also vorerst keine sichere Aussage zuläßt über die Anlagehäufigkeit, erfaßt man zweckmäßigerweise anstatt des Bestandes die Eintrittshäufigkeit des Merkmals, weil sich hier die Sterblichkeit der Merkmalsträger nicht auswirkt. Aus den Eintrittshäufigkeiten des Merkmals in jeder Altersgruppe läßt sich eine Gesamtwahrscheinlichkeit dafür errechnen, mit der ein Neugeborener, der das Manifestationsalter durchlebt, Merkmalsträger wird. Dieses Verfahren setzt jedoch voraus, daß man für eine gesamte Bevölkerungsgruppe das Auftreten des Merkmals in einem bestimmten Zeitraum kennt (z. B. Erkrankungen an manisch-depressivem Irresein im Zeitraum eines Jahres). Ist das vorhandene Material repräsentativ nach Alter und Geschlecht für das Gesamtmaterial, dann kann man mit Hilfe einer Korrekturziffer aus den Unterlagen anderer größer angelegter Erfassungen (z. B. Musterungen) die Gesamthäufigkeit abschätzen.

Ein bei großem Material häufiger benutztes Verfahren geht davon aus, daß bei Sippenangehörigen von Probanden das Merkmal und die Zeit seines Auftretens bei Lebenden und Verstorbenen festgestellt wird. Für die hier mögliche Methode der



Rückrechnung benötigt man die Beobachtungszahlen im Anfang der Klassen, die in jeder Klasse ausscheiden (das Endalter, in dem die verschiedenen Personen aus der Beobachtung ausscheiden: bei lebenden Merkmalsfreien das Alter zur Zeit der Untersuchung; bei toten Merkmalsfreien das Todesalter; bei lebenden und toten Merkmals-trägern das Alter beim Merkmalseintritt) und die Zahl der Merkmalseintritte in jedem Alter. Die Methode der Rückrechnung setzt voraus, daß nach der letzten beobachteten Manifestation kein Genotypus oder Kryptotypus mehr vorhanden ist, der zu einem Merkmal führt, und daß vor dem Eintreten des Merkmals für alle Genotypen die Sterblichkeit die gleiche ist. Das Ergebnis gibt stufenweise die geschätzte Rezessivenzahl zu Anfang jeder Altersgruppe an, im Endergebnis kommt man zu der Rezessivenzahl in der Ausgangsgruppe (ausführliche Beschreibungen der Methode bei KOLLER).

Das abgekürzte Verfahren (WEINBERG) setzt voraus, daß sich nicht nur das Ausscheiden gleichmäßig auf die Gefährdungszeit (für Schizophrenie z. B. 16. bis 40. Lebensjahr) verteilt, sondern auch das Erkranken. So wird die Merkmalshäufigkeit in einer Personengruppe in Beziehung gesetzt zu einer Ziffer („korrigierte Bezugsziffer“), die sich errechnet als die Summe aller der Personen, die die Gefährdungszeit voll überstanden haben, und der Hälfte der Personen, die während der Gefährdungsperiode ausgeschieden sind. Man erhält so eine „korrigierte Prozentziffer“ (vgl. B. SCHULZ).

Man kann auch die während der Gefährdungszeit z. B. durch Schizophrenie ausgeschiedene Personenzahl zu  $\frac{1}{2}$  anrechnen (WEINBERG), da die Gefährdung z. B. für Schizophrenie nach dem 30. Lebensjahr viel geringer ist als im Zeitraum vom 10. bis 30. Lebensjahr. ILSE versucht eine Korrektur des WEINBERGSchen Verfahrens durch die Hereinnahme der prozentualen Verteilung der Erkrankungsalter auf die einzelnen Lebensalter, was jedoch nicht korrekt ist. Bei kleinerem Material gibt die Morbiditätsberechnung von STRÖMGREN eine genauere, korrigierte Bezugsziffer. Bei diesem Verfahren genügt die Aufteilung der Altersklassen in Jahrfünfte. Zu berücksichtigen ist hierbei der Altersaufbau der Gesamtbevölkerung, der aus den statistischen Jahrbüchern entnommen werden kann.

Bei kleineren Beobachtungsreihen kann notfalls das sogenannte Einklassenverfahren angewandt werden, indem die gesamte Manifestationsperiode als eine Klasse zusammengefaßt wird. Die Klasse 1 bedeutet die niedrigere, die Klasse 3 die höhere Altersgruppe. Das Ergebnis dieser Rechnung kann jedoch nur als grobe Näherung verwendet werden. Die Ergebnisse der Rückrechnung sind genauer als beim Einklassenverfahren und wohl auch beim abgekürzten Verfahren von WEINBERG (KOLLER). Grundsätzlich gilt die Regel, daß auch bei kleineren Umfängen der Untersuchungsreihen das Alter beim beobachteten Merkmalseintritt angegeben werden soll.

Eine sichere und exakte Fehlerrechnung bei den korrigierten Häufigkeiten (besonders bei den Verfahren mit kleinen Umfängen) läßt sich nicht durchführen. Der Fehlerbereich kann nur grob abgeschätzt werden. Legt man einfach die korrigierte Häufigkeit und die Bezugsziffer der Fehlerrechnung zugrunde, dann bekommt man zu kleine Werte. Rechnet man den Fehler der unkorrigierten Häufigkeiten proportional um in die korrigierten Ziffern, dann wird der Fehlerbereich etwas genauer, aber immer doch noch nur grob abgeschätzt (KOLLER).

## b) Erbstatistik in der Bevölkerung

### a) Allgemeines

Die Untersuchung der Erbliehkeitsverhältnisse in einer Population muß sich von vornherein an bestimmte schematische Voraussetzungen halten, um dann die verschiedenen möglichen Einflüsse auf diese konstruierte Idealpopulation zu untersuchen. Eine solche schematische Voraussetzung ist die Annahme der Panmixie, d. h. die völlige Durchmischung der Bevölkerung bezüglich des zu prüfenden Merkmals. Man nimmt hierbei an, daß das Merkmal keinen Einfluß auf die Gattenwahl hat, daß also hinsichtlich des geprüften Merkmals eine zufallsmäßige Gattenwahl statthatt. Des weiteren darf das Merkmal keinen Einfluß auf die Fruchtbarkeit der Eheformen haben. Auch darf das Merkmal oder das zugrunde liegende Gen keine Sterblichkeitsunterschiede bewirken. Abweichungen von der Panmixie lassen sich insgesamt auf 5 Arten erhalten:

1. Selektion (hierher gehören die Fruchtbarkeitsunterschiede, Einflüsse des Merkmals auf die Sterblichkeit usw.).

2. **Verwandschaftsehe.** Sie bedingt, sobald sie in größerem oder geringerem Umfang als bei Panmixie erwartet vorkommt, eine abweichende Zusammensetzung der Population.
3. **Isolatbildung.** Innerhalb bestimmter Teilpopulationen (Isolate) kann zwar Panmixie herrschen, zwischen den Isolaten können aber größere Unterschiede hinsichtlich der örtlichen Beschaffenheit bestehen. Werden zwei Isolate zusammengeworfen, dann erhält die so neugewonnene Population eine andere Zusammensetzung, als wenn zwischen den zwei Teilpopulationen schon vorher Panmixie bestanden hätte.
4. **Die Gattenwahl** (assortative mating) hinsichtlich des untersuchten Merkmals führt zu einer Zunahme der Homozygotenfrequenz innerhalb einer Population.
5. **Mutationen** können den Bestand an Erbanlagen in einer Population qualitativ verändern. (Zur Schätzung der Mutationsrate vgl. die Originalliteratur: HALDANE 1935; deutschsprachige Übersicht bei VOGEL.)

Bei vielen Merkmalen wird man annehmen dürfen, daß eine Panmixie vorliegt. Dies gilt insbesondere für die gesunden Merkmale, die keinen Selektionswert besitzen und die, äußerlich unauffällig oder nicht ohne weiteres feststellbar, keinen Einfluß vor allem auf die Gattenwahl haben.

### β) Die Zusammensetzung der Bevölkerung bei völliger Durchmischung (Panmixie)

#### Monohybride Diallelie

Es wird davon ausgegangen, daß innerhalb der Population die Gameten zufällig zusammentreffen. Damit können die Wahrscheinlichkeiten für das Zusammentreffen der verschiedenen Gameten leicht errechnet werden: Hat eine Gamete R die Wahrscheinlichkeit  $r$ , so besteht für ihr Zusammentreffen mit einer anderen R-Gamete zu der Homozygoten RR die Wahrscheinlichkeit

$$r \cdot r = r^2$$

Eine Gamete D trifft mit einer anderen Gamete D mit der Wahrscheinlichkeit  $d^2$  zusammen; für das Zusammentreffen von R-Gameten mit D-Gameten zu DR (oder RD) errechnet sich die Wahrscheinlichkeit  $2rd$ . Aus diesen Wahrscheinlichkeiten ergeben sich folgende formelmäßigen Zusammenhänge:

$$r^2 + 2rd + d^2 = 1$$

$$r = r^2 + rd$$

$$d = d^2 + rd.$$

Man kann aus diesen Formeln bei Kenntnis der Anzahl der rezessiven (oder dominanten) Eigenschaftsträgern in einer Population die Wahrscheinlichkeiten von  $r$  und  $d$  leicht berechnen. Die Tabelle auf S. 248 gibt Prozentzahlen der Heterozygoten bei verschiedenen Genproportionen an.

Aus der Tabelle geht hervor, daß in einer durchmischten Bevölkerung die Heterozygoten höchstens 50 % der Population ausmachen können; dieses Maximum wird dann erreicht, wenn R- und D-Gene gleichhäufig vorkommen, d. h. die Häufigkeit 50 % (Wahrscheinlichkeit 0,5) haben. In diesem Fall zeigt die Merkmalsverteilung in der Bevölkerung die klassische Aufspaltung  $\frac{1}{4} : \frac{1}{2} : \frac{1}{4}$ . Die Tabelle läßt weiter erkennen, daß bei einem dominanten seltenen Merkmal die Mehrzahl der Merkmalsträger Heterozygote sind. Bei einem seltenen rezessiven Merkmal finden sich in einer Population nur sehr wenig homozygot rezessive Eigenschaftsträger; dagegen sind unter den Nichtmerkmalsträgern relativ viele Heterozygote, die das rezessive Gen verdeckt tragen. Ist die dominante Anlage sehr häufig, dann ist die Mehrzahl der Merkmalsträger homozygot dominant.

#### Geschlechtsgebundene monohybride Diallelie

Bei einem geschlechtsgebundenen einfachen Erbgang liegen die Anlagen für ein Merkmal im Geschlechtschromosom; Frauen können also die Anlagen doppelt

Prozentzahl der Heterozygoten bei verschiedener Genproportion.

RR-Zygoten (Rez. Etr.) 100 $r^2$	RD-Zygoten 100 $2rd$	DD-Zygoten 100 $d^2$	RR-Zygoten (Rez. Etr.) 100 $r^2$	RD-Zygoten 100 $2rd$	DD-Zygoten 100 $d^2$
0.01	1.98	98.01	45	44.16	10.84
0.05	4.37	95.58	46	43.65	10.35
0.1	6.12	93.78	47	43.11	9.89
0.2	8.54	91.26	48	42.56	9.44
0.3	10.35	89.35	49	42	9
0.4	11.85	87.75	50	41.42	8.58
0.5	13.14	86.36	51	40.83	8.17
0.6	14.29	85.11	52	40.22	7.78
0.7	15.33	83.97	53	39.60	7.40
0.8	16.29	82.91	54	38.97	7.03
0.9	17.17	81.93	55	38.32	6.68
			56	37.67	6.33
1	18	81	57	37	6
2	24.28	73.72	58	36.32	5.68
3	28.64	68.36	59	35.62	5.38
4	32	64	60	34.92	5.08
5	34.72	60.28	61	34.20	4.80
6	36.99	57.01	62	33.48	4.52
7	38.92	54.08	63	32.75	4.25
8	40.57	51.43	64	32	4
9	42	49	65	31.25	3.75
10	43.25	46.75	66	30.48	3.52
11	44.33	44.67	67	29.71	3.29
12	45.28	42.72	68	28.92	3.08
13	46.11	40.89	69	28.13	2.87
14	46.83	39.17	70	27.33	2.67
15	47.46	37.54	71	26.52	2.48
16	48	36	72	25.71	2.29
17	48.46	34.54	73	24.88	2.12
18	48.85	33.15	74	24.05	1.95
19	49.18	31.82	75	23.21	1.79
20	49.44	30.56	76	22.36	1.64
21	49.65	29.35	77	21.5	1.5
22	49.81	28.19	78	20.64	1.36
23	49.92	27.08	79	19.76	1.24
24	49.98	26.02	80	18.89	1.11
25	50	25	81	18	1
26	49.98	24.02	82	17.11	0.89
27	49.92	23.08	83	16.21	0.79
28	49.83	22.17	84	15.30	0.70
29	49.70	21.30	85	14.39	0.61
30	49.54	20.46	86	13.47	0.53
31	49.36	19.64	87	12.55	0.45
32	49.14	18.86	88	11.61	0.38
33	48.89	18.11	89	10.68	0.32
34	48.62	17.38	90	9.74	0.26
35	48.32	16.68	91	8.79	0.21
36	48	16	92	7.83	0.17
37	47.66	15.34	93	6.87	0.13
38	47.29	14.71	94	5.91	0.09
39	46.90	14.10	95	4.94	0.06
40	46.49	13.51	96	3.96	0.04
41	46.06	12.94	97	2.98	0.02
42	45.61	12.39	98	1.99	0.01
43	45.15	11.85	99	0.9975	0.0025
44	44.66	11.34	100	0	0

(Nach DAHLBERG.)



besitzen, Männer höchstens einfach. Statistisch gesehen liegen für Frauen hier die Verhältnisse wie bei der monohybriden Diallelie: Rezessive Eigenschaftsträger RR treten auf mit der Wahrscheinlichkeit  $r^2$ , Heterozygote mit  $2rd$  und dominante Homozygote mit der Wahrscheinlichkeit  $d^2$ . Bei den Männern kann nie D über R dominieren, da die Männer nur einen Genort für die betreffende Anlage haben: Individuen mit der Eigenschaft R treten auf mit der Wahrscheinlichkeit  $r$ , Individuen mit der Eigenschaft D treten auf mit der Wahrscheinlichkeit  $d$ . Kennt man die Frequenz der rezessiven Eigenschaftsträger unter den Männern, dann erhält man durch Quadrierung dieses Wertes die Wahrscheinlichkeit der rezessiven Eigenschaftsträger unter den Frauen:

$$\frac{\text{rezessive Eigenschaftsträger } \sigma^2}{\text{rezessive Eigenschaftsträger } \varphi} = \frac{r}{r^2} = \frac{1}{r}.$$

Ist die Zahl der männlichen Eigenschaftsträger sehr klein (etwa 1 Eigenschaftsträger unter 1000 Individuen), dann ist die Häufigkeit der Eigenschaftsträger unter den Frauen also noch sehr viel geringer (1 : 1 000 000).

Das Verhältnis der männlichen dominanten Merkmalsträger zu den weiblichen dominanten Merkmalsträgern ergibt sich nach

$$\frac{d(\sigma^2)}{d^2 + 2rd(\varphi)} = \frac{1}{2-d}.$$

Ist die dominante Anlage in einer Population selten, dann kommen in der Population annähernd doppelt so viele weibliche als männliche Merkmalsträger vor. Ist die Anlage dagegen häufiger, dann vermindert sich das Überwiegen des weiblichen Geschlechts.

Die genannten Formeln zur Berechnung der Merkmalskorrelation unter den beiden Geschlechtern gelten streng nur unter der Voraussetzung, daß weibliche und männliche Individuen in der Population gleichhäufig vorkommen. Will man genauere Werte errechnen, dann ist Geschlechtsproportion der betreffenden Population in die Formeln einzufügen.



Abb. 127. Wahrscheinlichkeitsverteilung eines Merkmals, das durch 3 Allele  $A_1, A_2, A_3$  bedingt wird (n. MITTMANN).

### Monohybride Triallelie

Drei verschiedene Gene bilden jeweils paarweise ein Merkmal; bei der Kombination der drei Gene können sich 6 verschiedene Erbtypen bilden: Drei verschiedene homozygote und drei verschiedene heterozygote Typen. Nimmt man an, daß sich zwei dominante Gene ( $D_1, D_2$ ) und ein rezessives Gen (R) kombinieren können, dann haben diese Gene jeweils die Wahrscheinlichkeit  $d_1 d_2 + r$ ; es ist

dann  $d_1 + d_2 + r = 1$ . Es ergeben sich nun folgende Typen mit ihren Wahrscheinlichkeiten:

RR	(homozygote Rezessive)	$r^2$	mit der Frequenz p
D <sub>1</sub> R	(Heterozygote)	$2rd_1$	} mit der Frequenz q
D <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	(homozygot Dominante)	$d_1^2$	
RD <sub>2</sub>	(Heterozygote)	$2rd_2$	} mit der Frequenz s
D <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	(homozygot Dominante)	$d_2^2$	
D <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	(homozygot Dominante)	$2d_1d_2$	mit der Frequenz $1 - p - q - s$ .

Aus der Bezeichnungweise der obigen Tabelle ergeben sich folgende formelmäßigen Beziehungen:

$$\begin{aligned} r^2 &= p \\ 2rd_1 + d_1^2 &= q \\ 2rd_2 + d_2^2 &= s \\ 2d_1d_2 &= 1 - p - q - s \\ \text{ferner: } r + d_1 + d_2 &= 1. \end{aligned}$$

Da die Werte für  $d_1$  und  $d_2$  zu errechnen sind nach

$$\begin{aligned} d_1 &= \sqrt{p + q} - \sqrt{p} \\ d_2 &= \sqrt{p + s} - \sqrt{p} \end{aligned}$$

können  $2d_1d_2$  errechnet werden und

$$s = 1 + p + q + 2\sqrt{p} - 2\sqrt{p + q} - 2\sqrt{p(p + q)}.$$

An Hand dieser Formeln lassen sich die Erwartungswerte aufstellen für monohybride Triallelie mit vier unterschiedlichen Arten von Merkmalsträgern in der Population. Die aus den Gleichungen errechneten Werte der Genfrequenz sollen insgesamt 1 ergeben.

Sind bei monohybrider Triallelie zwei Anlagen dominant über die erste, die eine Dominante jedoch gegenüber der anderen wieder rezessiv, dann ergeben sich in der Population nur 3 Arten von Merkmalsträgern. Aus den Frequenzen dieser drei Merkmalstypen prüft man dann zunächst, ob es sich dabei um einen monohybriden diallelen Erbgang mit intermediärem Typus der Heterozygoten handelt. Stimmen die Erfahrungswerte mit den Erwartungswerten nicht überein, dann errechnet man die Frequenz der Genhäufigkeiten für die monohybride Triallelie aus den Erfahrungswerten, die Summe dieser errechneten Frequenz soll 1 sein. Ergibt sich keine Übereinstimmung, dann ist die Hypothese der Triallelie abzulehnen; Übereinstimmung beweist diesen Erbgang dagegen noch nicht, es können verwickeltere Verhältnisse vorliegen.

Als Beispiel einer monohybriden Triallelie seien die Blutgruppen des ABO-Systems dargestellt. In einer beständigen Bevölkerung ergibt sich folgende Verteilung der Blutgruppen:

Blutgruppen:	O	A	B	AB
Erbformel:	RR	AA—AR	BB + BR	AB
Häufigkeit:	$r^2$	$p^2 + 2pr$	$q^2 + 2pr$	$2pq$

In der beständigen Bevölkerung besteht folgende Beziehung zwischen den Gruppenhäufigkeiten:

$$D = \sqrt{A + O} + \sqrt{B + O} - \sqrt{O} - 1 = 0.$$

Diese Formel kann zur Prüfung der Durchmischungsannahme verwendet werden. Der mittlere Fehler von D ist

$$\sigma_D = \sqrt{\frac{p \cdot q}{2(1-p)(1-q)n}}.$$

Für die Berechnung der Genziffern, deren Summe = 1 ergibt, eignen sich folgende Formeln (H. GEPPERT):

$$p = \frac{\bar{A} + \frac{1}{2}\bar{AB}}{1 + \sqrt{\bar{O}}} ; \quad q = \frac{\bar{B} + \frac{1}{2}\bar{AB}}{1 + \sqrt{\bar{O}}} ; \quad r = \sqrt{\bar{O}} .$$

Die Untergruppen  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  und  $A_4$  sind so zu erklären, daß für jede dieser Eigenschaften ein besonderes Gen vorliegt, von denen  $A_1$  über  $A_2$ ,  $A_2$  über  $A_3$  und  $A_3$  über  $A_4$  dominant sind; alle 4 A-Untergruppen verhalten sich gegenüber B intermediär und dominant über O. Die Genhäufigkeiten dieser Untergruppen lassen sich in die obenstehenden Formeln unschwer einfügen (vgl. KOLLER).

### Polymere Diallelie

Eine größere Anzahl allerer Genpaare kann sich jeweils an einem Genort ersetzen. Die Genpaare  $D_1R_1$ ,  $D_2R_2 \dots D_mR_m$  haben jeweils eine bestimmte Häufigkeit ( $d_1r_1$ ,  $d_2r_2 \dots d_mr_m$ ). Bei zufallsmäßiger Kombination der Gene zu Gameten und zufallsmäßiger Vereinigung dieser verschiedenen Gameten entsteht eine Verteilungsform, die im Idealfall bei einer großen Zahl von unterschiedlichen Genen einer binomialen Verteilung ähnlich ist. Individuen, die nur R-Gene, und solche, die nur D-Gene besitzen, sind sehr selten; zwischen diesen beiden Extremen verteilen sich die verschiedenen Genkombinationen in Häufigkeiten, die einer Binomialverteilung ähnlich sein kann. Haben die D- und R-Gene etwa die gleiche Häufigkeit, dann ist die Verteilung nicht oder nur wenig schief; bei unterschiedlichen Häufigkeiten und bei geringer Anzahl der polymeren Genen wird eine mehr schiefe Verteilung zu erwarten sein. Eine klare Klassentrennung wird oft nicht möglich sein, da die verschiedenen Klassen, besonders bei quantitativ abstufbaren Merkmalen ineinandergreifen.

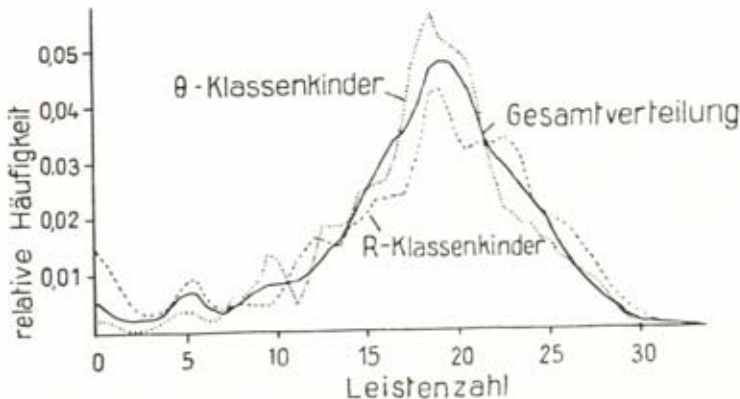


Abb. 128. Häufigkeitsverteilung der Papillarleistenanzahl zwischen dem Musterzentrum und dem radialeseitig gelegenen Eck des rechten Daumens. Die  $\Theta$ -Klasse ist so gewählt, daß  $M_{II} = M = M_R$  ist (n. MITTMANN).

Ein Verfahren, die Klassen quantitativer Merkmale bei möglicherweise bestehendem einpaarigem Erbgang doch noch zu trennen, gab O. MITTMANN an. Das Verfahren ist bisher nur erprobt beim Leistenhöchstwert im Tastleistensystem der Fingerbeeren (Abb. 128). Grundsätzlich ist jedoch zu bemerken, daß man bei quantitativen Merkmalen zweckmäßiger mit den hier mehr passenden Verfahren wie Mittelwert- und Streuungsvergleich bzw. ganz allgemein mit dem varianzanalytischen Methodenkreis arbeiten sollte (vgl. S. 231 u. 266 und MATHER 1949).



Augenfarbe der Kinder aus bestimmten Elternverbindungen; Klassifizierung n. MARTIN-SCHULTZ (n. TILLNER).

Eltern- verbindung	Zahl der Ehen	K i n d e r						Zahl der Kinder
		1a—c	2a—3	4a—b	5—7	8—11	12—16	
1a—c x 1a—c	25	74,0 ± 6,2	18,0 ± 5,6	6,0 ± 3,4	2,0 ± 2,0			50
1a—c x 2a—3	55	23,9 ± 4,1	59,3 ± 4,7	12,4 ± 3,0	4,4 ± 1,9			113
2a—3 x 2a—3	109	5,4 ± 1,3	79,4 ± 2,4	6,1 ± 1,4	9,0 ± 1,7			277
1a—c x 4a—b	21	29,6 ± 6,1	30,8 ± 6,4	13,5 ± 4,7	11,5 ± 4,5	13,5 ± 4,7	3,8 ± 2,7	52
1a—c x 5—7	35	16,4 ± 4,4	37,0 ± 5,7	13,7 ± 4,0	13,7 ± 4,0	17,8 ± 4,5	1,4 ± 1,4	73
1a—c x 8—11	46	18,7 ± 4,0	23,1 ± 4,4	8,8 ± 2,8	8,8 ± 2,8	31,9 ± 4,8	8,8 ± 2,8	91
2a—3 x 4a—b	77	10,7 ± 2,3	45,2 ± 3,8	16,7 ± 2,8	16,1 ± 2,8	9,5 ± 2,2	1,8 ± 1,0	168
2a—3 x 5—7	150	5,1 ± 1,3	42,1 ± 2,9	12,7 ± 2,0	22,6 ± 2,4	12,3 ± 2,0	5,1 ± 1,3	292
2a—3 x 8—11	107	3,3 ± 1,3	31,7 ± 3,4	9,8 ± 2,2	13,7 ± 2,5	23,5 ± 3,2	18,0 ± 2,8	183
4a—b x 4a—b	9	18,8 ± 9,7	25,0 ± 10,9	37,5 ± 12,1	18,8 ± 9,7			16
4a—b x 5—7	32	9,8 ± 3,8	13,1 ± 4,4	26,2 ± 5,7	29,5 ± 5,8	18,0 ± 4,9	3,3 ± 2,2	61
4a—b x 8—11	43	4,0 ± 2,3	13,3 ± 3,9	16,0 ± 4,3	13,3 ± 3,9	36,0 ± 5,6	17,3 ± 4,4	75
5—7 x 5—7	50	8,3 ± 2,8	16,5 ± 3,8	9,3 ± 2,9	21,7 ± 4,2	29,9 ± 4,6	14,4 ± 3,5	97
5—7 x 8—11	78	0,7 ± 0,7	15,3 ± 2,9	4,7 ± 1,7	19,3 ± 3,2	30,0 ± 3,7	30,0 ± 3,7	150
8—11 x 8—11	51	4,8 ± 2,1	13,6 ± 3,4	3,9 ± 1,9	11,6 ± 3,1	31,1 ± 4,6	35,0 ± 4,7	103
1a—c x 12—16	23		12,8 ± 5,5	5,1 ± 3,6	20,5 ± 6,5	38,5 ± 7,9	23,1 ± 6,8	39
2a—3 x 12—16	85	1,1 ± 0,8	21,0 ± 3,0	4,6 ± 1,6	9,7 ± 2,2	25,0 ± 3,2	38,6 ± 3,6	176
4a—b x 12—16	21		12,1 ± 5,8	18,2 ± 6,7	12,1 ± 5,8	3,0 ± 2,9	54,5 ± 8,6	33
5—7 x 12—16	45		8,6 ± 3,7	10,3 ± 4,0	5,2 ± 2,9	24,1 ± 5,8	51,7 ± 6,6	58
8—11 x 12—16	39	1,4 ± 1,4	4,3 ± 2,5	2,7 ± 1,9	8,5 ± 3,3	19,7 ± 4,7	63,4 ± 5,8	71
12—16 x 12—16	14		7,1 ± 4,8	3,6 ± 3,5	14,3 ± 6,6	14,3 ± 6,6	60,7 ± 9,2	28
	1115							2206

### γ) Die Zusammensetzung einer nicht durchmischten Bevölkerung

Unter den Ursachen für Abweichungen von der Panmixie sind vor allem die Unterschiede in der Fruchtbarkeit der verschiedenen Gruppen von Merkmals-trägern bei menschlichen Populationen von besonderer Bedeutung. Eugenisch wichtig sind dabei die Fruchtbarkeitsunterschiede bei den Trägern von Erbkrankheiten sowie bei den Gruppen verschiedener Intelligenz. Sehr wirksam ist hier vor

allein die Auslese dadurch, daß viele Eltern nach der Geburt eines erbkranken Kindes zur Geburteneinschränkung übergehen. Durch solche Fruchtbarkeitsunterschiede, die z. B. auch in dem Erbkreis der Schizophrenie im Sinne einer Geburtenverminderung eine Rolle spielen, kann der Genbestand einer Bevölkerung verändert werden. Durch die Gattenwahl, die Verwandtenehen und die Isolatbildung wird der Genbestand nicht verändert, sondern nur umgeschichtet in der Richtung einer Verminderung der Heterozygoten; auch bei der Inzucht, als einer besonderen Art der Verwandtenehe, wird der Bestand der Heterozygoten vermindert zugunsten einer Zunahme der homozygoten Erbformen. Es werden also die Durchmischungsbeziehungen gestört. Statistisch wirkt sich dies bei einem einortig intermediärem Erbgang aus nach

$$D = \frac{1}{4} Aa^2 - AA \cdot aa < 0.$$

Für die Blutgruppen gab BERNSTEIN folgende Formel an:

$$D = \sqrt{\bar{A} + \bar{O}} + \sqrt{\bar{B} + \bar{O}} - \sqrt{\bar{O}} - 1 > 0.$$

Formeln für die verschiedenen Formen der natürlichen und künstlichen Auslese einer Bevölkerung (z. B. gänzliche und teilweise Ausschaltung bei einortigem und mehrortigem Erbgang; Auslese durch Gattenwahl und Inzucht; Rassenmischung) finden sich mit den entsprechenden Begründungen bei GEPPERT-KOLLER und bei DAHLBERG.

Häufigkeit der Träger rezessiver Leiden, deren Eltern nicht blutsverwandt sind, in einem bestimmten Personenkreis	Häufigkeit, wenn die aus blutsverwandten Ehen stammenden Fälle eingerechnet werden	Prozentsatz der Vetterheiraten unter den Eltern
1 : 1		1
1 : 2		1
1 : 10		1,2
1 : 100		1,6
1 : 400		2,2
1 : 900		2,9
1 : 1,600		3,5
1 : 2,500		4
1 : 4,900		5,1
1 : 10,000		6,8
1 : 40,000		12
1 : 90,000		16
1 : 160,000	1 : 125,000	21
1 : 490,000	1 : 300,000	31
1 : 1,000 000	1 : 540,000	38
1 : 4,000 000	1 : 1,400 000	55
1 : 25,000 000	1 : 4,600 000	76
1 : 100,000 000	1 : 10,500 000	86

### c) Erbstatistik in der Sippe

Die Beschaffenheit von Sippenmitgliedern über den engeren Kreis der eigentlichen Familie hinaus vermag die erhobenen Befunde oft zu ergänzen. Zwei wichtige Ergänzungen stehen dabei im Vordergrund:

1. Bei dominanten Anlagen mit voller Manifestation ist das Merkmal lückenlos unter den Ahnen der Merkmalsträger nachzuweisen; bei „unvollständiger“ Dominanz findet sich in der Sippentafel gelegentlich eine Generation übersprungen. Für Dominanz der Anlage seltener Merkmale spricht es, wenn nur in einer Seite der Verwandtschaft das Merkmal auftritt, während die andere Seite merkmalsfrei ist.

2. Bei rezessiv geschlechtsgebundenem Erbgang kann vom Merkmalsträger über eine Reihe weiblicher Überträger das Merkmal verfolgt werden bis zu einem merkmalsbehafteten männlichen Vorfahren.

In allen anderen Fällen läßt die Sippentafel keinen eindeutigen Schluß auf einen Erbgang zu.

Verteilungen der verschiedenen Sippentypen finden sich in graphischer Darstellung bei GEPPERT-KOLLER und KOLLER.

Finden sich in den Sippentafeln bei den Eltern von Trägern seltener Merkmale gehäuft Vettern- oder andere Verwandtenehen, dann spricht dies für Rezessivität dieser seltenen Anlage. Hier sind auch zu erwähnen die sog. Verwandtenziffern (Erbprognoseziffern). Diese Verwandtenziffern lassen sich theoretisch ableiten aus der Klassenzusammensetzung der Bevölkerung und den MENDELZiffern mit Ausgang von einer durchmischten Bevölkerung (Tabelle).

Häufigkeit der rezessiven Merkmalsträger (RR)					Häufigkeit der dominanten Merkmalsträger (DR, DD)				
in der Population	in folgenden Gruppen von Verwandten der Merkmalsträger				in der Population	in folgenden Gruppen von Verwandten der Merkmalsträger			
	1 Geschwister	2 Eltern und Kinder	3 Großeltern, Enkel und Eltern- geschwister	4 Urgroßeltern, Urenkel und Vettern ersten Grades		1 Geschwister	2 Eltern und Kinder	3 Großeltern, Enkel und Eltern- geschwister	4 Urgroßeltern, Urenkel und Vettern ersten Grades
$r^2$	$\frac{(1+r)^2}{4}$	$r$	$\frac{r(1+r)}{2}$	$\frac{r(1+3r)}{4}$	$1-r^2$	$1-\frac{r^2(3+r)}{4(1+r)}$	$1-\frac{r^2}{1+r}$	$1-\frac{r^2(2+r)}{2(1+r)}$	$1-\frac{r^2(4+3r)}{(1+r)}$
$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
0,1	26,60	3,16	1,63	0,86	0,1	50,04	50,04	25,07	12,50
0,2	27,28	4,47	2,34	1,27	0,2	50,09	50,08	25,14	12,58
0,5	28,67	7,07	3,79	2,14	0,5	50,21	50,18	25,34	12,92
1	30,25	10	5,50	3,25	1	50,44	50,38	25,69	13,34
2	32,57	14,14	8,07	5,04	2	50,88	50,75	26,38	14,19
3	34,41	17,32	10,16	6,58	3	51,32	51,13	27,07	15,03
4	36	20	12	8	4	51,76	51,52	27,76	15,88
5	37,43	22,36	13,68	9,34	5	52,20	51,90	28,45	16,73
6	38,75	24,49	15,25	10,62	6	52,64	52,29	29,14	17,57
7	39,98	26,46	16,73	11,86	7	53,07	52,65	29,82	18,41
8	41,14	28,28	18,14	13,07	8	53,52	53,04	30,52	19,26
9	42,25	30	19,50	14,25	9	53,97	53,43	31,22	20,11
10	43,31	31,62	20,81	15,41	10	54,41	53,82	31,91	20,96
12	45,32	34,64	23,32	17,66	12	55,30	54,59	33,30	22,65
14	47,21	37,42	25,71	19,85	14	56,19	55,37	34,69	24,34
16	49	40	28	22	16	57,09	56,18	36,09	26,05
18	50,71	42,43	30,21	24,11	18	57,99	56,98	37,49	27,75
20	52,36	44,72	32,36	26,18	20	58,88	57,76	38,88	29,44
25	56,25	50	37,50	31,25	25	61,15	59,81	42,40	33,70
30	59,89	54,77	42,39	36,19	30	63,45	61,90	45,95	37,97
35	63,33	59,16	47,08	41,04	35	65,76	64,01	49,51	42,25
40	66,62	63,25	51,62	45,81	40	68,10	66,20	53,10	46,55
45	69,79	67,08	56,04	50,52	45	70,46	68,43	56,71	50,86
50	72,86	70,71	60,36	55,18	50	72,86	70,71	60,36	55,18
60	78,73	77,46	68,73	64,37	60	77,75	75,51	67,75	63,88
70	84,33	83,66	76,83	73,42	70	82,81	80,62	75,31	72,66
80	89,72	89,44	84,72	82,36	80	88,09	86,18	83,09	81,55
90	94,93	94,87	92,43	91,22	90	93,70	92,40	91,20	90,60
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

(Nach HULTKRANTZ und DAHLBERG.)



In der allgemeinen Erbforschung haben von den Verwandtenziffern besondere Bedeutung die Kinderziffern bei Mutter-Kind-Statistiken (zur Prüfung von Erbgingen und zur Ergänzung von Familienstatistiken wegen der Sicherheit der Abstammungsverhältnisse) und die Geschwisterziffern der Zwillingsforschung. Die übrigen Verwandtenziffern werden besonders in der psychiatrischen Erbforschung viel gebraucht (RÜDIN, LUXENBURGER, SCHULZ). Für die speziellen Verfahren zur Errechnung von Verwandtenziffern sowie auf ihre theoretischen Grundlagen sei verwiesen auf B. SCHULZ und GEPPERT-KOLLER.

Für zwei Verwandtenziffern, die für das gleiche Verwandtschaftsverhältnis nur mit Vertauschung der Ausgangs- und Bezugspersonen gelten, bestehen einfache Beziehungen: So verhält sich z. B. die Kinderziffer zur Elternziffer so wie die Merkmalshäufigkeit unter allen Kindern zu der unter allen Eltern der Bevölkerung. Bei den hier geltenden Formeln (vgl. GEPPERT-KOLLER) müssen jedoch die Fruchtbarkeitsverhältnisse berücksichtigt werden.

Eine vielseitige Anwendung der Verwandtenziffern ist gegeben im Differenz-Quotienten der Verwandtenziffern (KOLLER). In diesem Differenzquotienten werden die Ziffern dreier Verwandtschaftsgrade  $V_1$ ,  $V_2$  und  $V_3$  gemeinsam betrachtet, indem man sie nach

$$Q = \frac{V_2 - V_3}{V_1 - V_2} \quad \text{oder} \quad Q = \frac{V_2 - V_3}{V_1 - V_3}$$

zusammenfaßt.

Man will damit erreichen, daß sich Fehlerquellen wie Manifestationsschwankungen und die diagnostische Fehlerbreite auf die drei Verwandtschaftsgrade gleichmäßig auswirken und damit der neue Quotient von Fehlern frei wird (GEPPERT-KOLLER). Bei der praktischen Anwendung fügt man als dritten Verwandtschaftsgrad die Nichtverwandten in den Differenzquotienten ein.

Übersicht über die Folgerungen aus den Differenzenquotienten der Verwandtenziffern in der Kinder- und der Probandengeneration (Annahme der Durchmischung).

Differenzenquotient aus			Folgerungen
Zählerdifferenz Nennerdifferenz	Neffen-Halbneffen Kinder-Neffen	Halbgeschwister-Vettern Vollgeschwister-Halbgeschwister	
Zählerdifferenz Nennerdifferenz	Neffen-Nichtverwandte Kinder-Nichtverwandte	Halbgeschwister-Nichtverwandte Geschwister-Nichtverwandte	
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	Einortig dominant, Biotypenzahl?
	$\frac{1}{2}$	(0)	Einortig rezessiv, Bio- typenzahl?
	$\frac{1}{2}$	$(0) < Q < \frac{1}{2}$	Einortig unregelmäßig dominant oder ver- schiedene einortige dominante u. rezessive Biotypen
	$< \frac{1}{2}$	$\frac{1}{4} \leq Q \leq \frac{1}{2}$	Mehrortig mit minde- stens einem domi- nanten Gen
	$< \frac{1}{2}$	(0)	Mehrortig rezessiv
	$< \frac{1}{2}$	$(0) < Q < \frac{1}{4}$	Mehrortig

(Nach KOLLER.)

Voraussetzung für eine exakte Rechnung ist, daß die drei Verwandtenziffern nach gleichen Kriterien bestimmt wurden. In der Kindergeneration nehme man Kinder und Neffen-Nichten, in der Elterngeneration Eltern und Onkel-Tanten, in der Probanden-

Generation Voll- und Halbgeschwister oder Vollgeschwister und Vettern (Ausschaltung der Alterskorrektur!). Bei der Annahme der Durchmischung besitzt der Differenzquotient in der Kinder- und Elterngeneration bei einortigem Erbgang (Dominanz, Rezessivität, unregelmäßige Dominanz) stets den Wert  $\frac{1}{2}$ ; bei zweiortigem Erbgang liegt der Wert stets niedriger (Grenzfall  $\frac{1}{4}$ ). Bei Mehrortigkeit liegen die Werte noch niedriger (Differenzquotient als Prüffunktion für einortigen Erbgang). Der Geschwister-Differenzquotient ist eine Prüffunktion für Dominanz (Tabelle S. 255).

## d) Erbstatistik in der Familie

### a) Prüfung von Mendelziffern

Ist das zu prüfende Merkmal allgemein, in nur jeweils unterschiedlicher Ausprägung vorhanden, dann untersucht man ohne besondere Auslese willkürlich Familien mit möglichst großer Kinderzahl. Durch Zusammenfassung der verschiedenen möglichen Elternkombinationen prüft man die Erbhypothese.

Bei einortigem Erbgang von intermediärem Typus sind einfache MENDELZiffern zu erwarten. Man prüft die empirischen Klassenbesetzungen für die verschiedenen Erwartungswerte mit einem der allgemeinen statistischen Verfahren (am einfachsten Zusammenfassen der Prüfung mit  $\chi^2$ -Verfahren).

Das Vorkommen von Ausnahmen, d. h. nach dem Erbbild der Eltern unmöglicher Fälle, kann die Annahme eines bestimmten Erbganges widerlegen. Erfahrungsgemäß kommen solche Fälle immer wieder vor; bei Blutgruppenuntersuchungen z. B. darf aus diesen unmöglichen Fällen kein Schluß gegen die Erbannahme gezogen werden, solange nicht absolute Sicherheit über die Eltern-Kinderverhältnisse im Untersuchungsmaterial vorliegen. Die Mutter-Kind-Statistik beseitigt hier oft die entstandenen Zweifel.

Um die Eltern nach ihrer Erbformel zu unterscheiden, kann man deren Eltern untersuchen. Bei dem als heterozygot an der Rezessivität eines Großeltern erkannten Elternteil wird eine neue Überprüfung ihrer Kindertypen durchgeführt. Bei seltenen rezessiven Merkmalen hat dieses Verfahren jedoch nur wenig Erfolgsaussichten, da nur ein geringer Teil der Heterozygoten einen homozygoten rezessiven Elternteil haben wird.

### β) Methoden zum Ausgleich unvermeidbarer einseitiger Auslese

Die verschiedenen Verfahren lassen sich grundsätzlich unterteilen in zwei Gruppen: Die direkte Schätzung der wahren Rezessivenzahl und die Methode der Prüffunktionen. Wie LUDWIG und BOOST gezeigt haben, sind die verschiedenen hier anwendbaren Verfahren untereinander nicht gleichwertig.

Die wichtigsten Methoden sind:

1. die direkte oder apriorische Methode (APERT, BERNSTEIN),
2. die Geschwistermethode (WEINBERG),
3. die Methode der leeren Geschwisterreihen (LENZ),
4. die sib method (FISHER, vgl. auch MATHER),
5. die proband method (FISHER),
6. die percentage affected method (MACKLIN),
7. die direkte Bestimmung des Spaltungsverhältnisses (HALDANE),
8. die HOGBENSche Methode.

Von diesen 8 Methoden ist die MACKLINSche Methode im Prinzip identisch mit der von BERNSTEIN angegebenen; auch die Methoden von LENZ und HOGBEN sind im Prinzip die gleichen. Der Zusammenhang zwischen den von BERNSTEIN und LENZ benutzten

Prüffunktionen ist zwar nicht absolut, die beiden verwendeten Funktionen unterscheiden sich jedoch lediglich nur in einem Faktor. Die von FISHER angegebene sib method ist eine Modifikation der WEINBERGSchen Geschwistermethode; bei vollständiger Erfassung der Merkmalsträger ist sie der Geschwistermethode analog. Die von FISHER angegebene „proband method“ kann als ein Spezialfall der HALDANESchen Methode bezeichnet werden. Von den vorliegenden Methoden bleiben so nur noch vier Typen übrig: Hierbei wird mit der Methode von HALDANE die wahre Rezessivenhäufigkeit berechnet, wobei das Prinzip der maximum likelihood als Grundlage benutzt wird; die Methoden von BERNSTEIN, LENZ und WEINBERG benutzen Prüffunktionen. Für die Anwendung dieser verschiedenen Methoden kann als Regel gesagt werden, daß bei einseitiger systematischer Auslese die Verfahren von BERNSTEIN und LENZ (welche sich nur in einem konstanten Faktor unterscheiden) die beste Information liefern. Die WEINBERGSche Methode steht diesen beiden Verfahren im Ergebnis nach. Die v. MISESSche Modifikation der WEINBERGSchen Methode erbringt etwas bessere Ergebnisse als die WEINBERGSche Methode, jedoch sind die Ergebnisse nicht so gut wie bei der BERNSTEIN-LENZschen Methode, die überdies weniger Rechenarbeit erfordert. Die Methode von HALDANE erbringt eine gleichgute Information wie die BERNSTEINSche und LENZsche Prüffunktion, ist aber wieder benachteiligt durch die langwierige Rechenarbeit. Die genannten Methoden können in einer etwas modifizierten und erweiterten Form auch auf das Probandenmaterial angewendet werden; die Ergebnisse sind insgesamt hier jedoch weniger klar, da der Auslesegrad bei der Probandenmethode nicht mit Sicherheit bestimmt werden kann. Bei der Anwendung auf Probandenmaterial wird man, vor allem wegen der geringen Rechenarbeit, die WEINBERGSche Methode vorziehen.

Die apriorische Methode (APERT, BERNSTEIN, WEINBERG, proband method nach R. A. FISHER). Die Wirkung der Familienauslese ist in Familien mit geringer Kinderzahl am größten, in Familien mit höherer Kinderzahl verschwindet sie allmählich.

Bei der praktischen Rechnung geht man so vor, daß man zuerst die erfaßten Familien nach ihrer Kinderzahl ordnet. Dann berechnet man nach untenstehender Tabelle die Erwartungszahl der rezessiven Kinder und das Fehlerquadrat. Die Werte für die jeweiligen Familiengrößen werden addiert. Die beobachtete Rezessivenzahl muß mit der erwarteten übereinstimmen (innerhalb des 3fachen mittleren Fehlers =  $3\sigma$ ). Zur Vereinfachung kann man die Erwartungswerte in einer Fluchtlinientafel ablesen (KOLLER).

Kinderzahl	Aa × aa		Aa × Aa	
	Erwartungszahl der rezessiven Kinder ws	Fehlerquadrat $\sigma^2$	Erwartungszahl der rezessiven Kinder ws	Fehlerquadrat $\sigma^2$
2	1,333	0,222	1,143	0,122
3	1,714	0,490	1,297	0,263
4	2,133	0,782	1,463	0,420
5	2,581	1,082	1,639	0,592
6	3,048	1,379	1,825	0,776
7	3,528	1,667	2,020	0,970
8	4,016	1,945	2,233	1,172
9	4,509	2,215	2,433	1,380
10	5,005	2,478	2,649	1,592
11	5,503	2,737	2,871	1,805
12	6,001	2,992	3,098	2,020
13	6,501	3,245	3,329	2,234
14	7,000	3,497	3,563	2,446
15	7,500	3,748	3,801	2,658

Nach LENZ kann man, umgekehrt wie in dem vorstehenden Verfahren, die beobachtete Rezessivenzahl korrigieren und mit dem Erwartungswert vergleichen. Die Ergebnisse sind praktisch die gleichen wie beim BERNSTEINSchen Verfahren. Die ergänzte Kinderzahl der Berechnung nach LENZ erhält man, wenn man (in Tabelle oben) bei DR × DR-Ehen die Rezessivenerwartung mit 4 multipliziert (nach KOLLER).



**Geschwistermethode** (WEINBERG, sib method nach R. A. FISHER). In der Geschwistermethode (WEINBERG) bildet der Quotient „rezessive Geschwister der Rezessiven dividiert durch alle Geschwister der Rezessiven“ eine Schätzung der zugrundeliegenden Erbziffer. Man zählt von allen Rezessiven die Rezessiven unter ihren Geschwistern.

Zur Korrektur der Probandenauslese, die in vielfältiger Form auftreten kann, wurden verschiedene Verfahren, die die Familienauslese ausschalten sollen, entsprechend umgeformt:

**Die Probandenmethode** (WEINBERG) leitet sich ab von der WEINBERGSchen Geschwistermethode. Der Geschwisterquotient wird jedoch in der Probandenmethode nur für Probandengeschwister gebildet. Sind sämtliche Rezessive einer Population erfaßt, dann wird das Ergebnis identisch mit den an Hand der Geschwistermethode erhalten.

Der einfachste Fall liegt vor, wenn es in jeder erfaßten Familie durch die besondere Art der Probandenauslese (z. B. Musterung eines Jahrganges) nur einen Probanden gibt. Die Spaltungsverhältnisse unter den Geschwistern dieser Probanden sind durch die Auslese nicht verzerrt. Die Rezessivenerwartung ist

$$1 + (s - 1) \cdot p$$

mit dem mittleren Fehler (Varianz)

$$\sigma^2 = p \cdot (1 - p) \cdot (s - 1).$$

Die Probandenmethode von WEINBERG entspricht der in der englischen Literatur (R. A. FISHER, MATHER) verwendeten sib method, bei der der Quotient für jedes n jedoch gesondert berechnet und dann erst nachträglich aus diesen Werten ein Mittelwert errechnet wird. Auch der Auslesegrad und die Fehlerformel sind bei der sib-method etwas abweichend definiert (Formel bei LUDWIG und BOOST; dort auch Modifikation der sib-method nach MATHER).

Besteht für jeden Merkmalsträger die gleiche Wahrscheinlichkeit als Proband erfaßt zu werden, dann geht man bei der praktischen Zählung so vor, daß man bei jedem Probanden die Zahl der rezessiven (merkmalstragenden) sowie die aller Geschwister feststellt. Kommen in einer Familie mehrere Probanden vor, dann wird jeder einmal zur Ausgangsperson einer Zählung, so daß also solche Familien mehrfach gezählt werden. Es wird wieder der Quotient gebildet, der die empirische Rezessivenhäufigkeit p angibt. Der Grad der Stichprobenauslese (r) kann geschätzt werden als die Häufigkeit der Probanden unter den rezessiven Geschwistern der Probanden.  $r = 1$ , wenn sämtliche Rezessive als Probanden erfaßt werden (Übergang der Probandenmethode in die Geschwistermethode); ist r sehr klein, dann ist von jeder Familie des Materials nur ein Proband erfaßt.

Bei der „apriorischen Methode mit Berücksichtigung des Grades der Stichprobenauslese“ (WEINBERG) errechnet man zuerst r aus den Probandengeschwistern und fügt diesen Grad der Stichprobenauslese in die Formel für die direkte Vergleichsmethode ein. Ein Vorteil ergibt sich aus diesem Verfahren nicht, um so mehr, als r meist nur wenig genau bestimmt werden kann (KOLLER).

Das Verfahren von LENZ geht davon aus, daß Familien mit einer größeren Zahl von kranken Kindern eine entsprechend größere Wahrscheinlichkeit haben, in das Probandenmaterial aufgenommen zu werden, als eine Familie mit geringerer Kinderzahl. Bei der Zählung werden deshalb die einzelnen Familien mit Gewichten versehen, die sich als Quotienten errechnen nach

$$\frac{\pi}{\pi} = \frac{\text{Zahl der Probanden je Familie}}{\text{Zahl der Merkmalsträger je Familie}}$$

Die erwartete Zahl der Probanden (vorletzte Spalte) = 66,7 kann nun verglichen werden mit der beobachteten Probandenzahl = 78; eine andere Prüfmöglichkeit ergibt sich durch die Bildung des Quotienten, im Beispiel 78: 266,9 (ergänzte Kinderzahl) = 29,2 als empirische Näherung des Erwartungswertes 25 %.

Beispiel für die Durchführung der LENZschen Gewichtsmethode.

Kinder- zahl	Fa- milien- zahl	$\pi = \frac{\text{Zahl der Probanden}}{\text{Zahl der Merkmalsträger in jeder Familie}}$	Reduzierte Zahl der Merkmals- träger (= Zahl der Probanden)	Redu- zierte Familien- zahl $ns = \sum \frac{\pi}{\pi}$	Erwartete Zahl der Probanden $\frac{ns \cdot s \cdot 1/4}{1 - (1/4)s}$	Ergänzte Kinder- zahl $\frac{ns \cdot s}{1 - (1/4)s}$
s	ns		$\pi$			
2	7	1/1; 1/2; 1/2; 1/1; 2/2; 1/1; 1/1	8	6	6,8	27,4
3	8	2/2; 1/1; 2/2; 1/1; 1/1; 1/1; 2/2	11	8	10,4	41,5
4	7	3/3; 1/3; 2/2; 1/1; 1/2; 1/1; 1/2	10	5 1/3	7,8	31,2
5	8	1/1; 1/1; 2/2; 2/2; 1/2; 1/1; 1/1; 1/2	10	7	11,5	45,9
6	6	3/3; 2/2; 1/2; 1/1; 2/2; 1/3	10	4 5/6	8,8	35,3
7	7	1/1; 3/3; 2/3; 2/2; 2/2; 1/4; 1/3	12	5 1/4	10,6	42,4
8	3	4/4; 5/5; 2/3	11	2 2/3	5,9	23,7
10	1	2/3	2	2/3	1,8	7,1
11	2	3/4; 1/3	4	1 1/2	3,1	12,4
			78		66,7	266,9

Da die Erfassung eines Probanden die Erwartungswahrscheinlichkeit der Geschwister ändern kann (z. B. bei pathologischen Merkmalen Erfassung über den gleichen behandelnden Arzt), sind bei der Möglichkeit des Wirksamwerdens solcher Auslesefaktoren die schon genannten Verfahren nicht mehr anwendbar. Man beschränkt sich zur Ausschaltung dieser Auslesefaktoren bei der Zählung auf die Probanden, die das erkrankte Kind der Familie sind (sog. *Erstprobanden*). Es kommt also darauf an, die Familien auszuschalten, die Sekundärfälle zur Erfassung geliefert haben. Diese *Erstprobandenauslese* wird so wieder zu einer unmittelbaren Familienauslese, die entsprechenden Verfahren können zur Korrektur der Familienauslese benutzt werden (jedoch nicht mehr die Probandenmethode!). Bei der Zählung nach der *Erstprobandenmethode* können alle Kinder der Familie mit *Erstprobanden* herangezogen werden, da durch die genannten Ausleseprinzipien (Auslese der Familien mit *Erstprobanden*) künstlich eine repräsentative Stichprobe aus der Bevölkerung hergestellt worden ist, als ob unmittelbar eine Familienauslese vorgelegen hätte (KOLLER).

Die von DAHLBERG vorgeschlagene *Nachgeschwistermethode*, nach der nur die nach den Probanden geborenen Geschwister gezählt werden, bringt keine Vorteile gegenüber der Probandenmethode (B. SCHULZ), da sie keine Auswahl der Probanden vornimmt.

Eine unnötig starke Verringerung des Materials ergibt sich, wenn man nach Auswahl der *Erstprobanden* nur deren nachgeborene Geschwister zählt (verbesserte *Nachgeschwistermethode*); das Ergebnis wird aber das gleiche wie das der *Erstprobandenmethode* und der *Geschwistermethode*.

Zur Methodenwahl ist abschließend zu sagen, daß man bei der praktischen Erfassung von Merkmalen geringer Häufigkeit die verschiedenen möglichen Auslesefaktoren oft nicht überblicken kann. Sehr oft wird bei der heutigen Einstellung des Menschen zur Krankheit erwartet werden müssen, daß Familien mit mehreren kranken Kindern größere Aussicht haben, erfaßt zu werden, da die Materialsammlung meist bei Kliniken, Pflegeanstalten usw. an Hand von Krankenblättern vorgenommen wird. Ist ein Kind aber schon einmal zur Behandlung gekommen (und damit im Krankenblatt und so auch erfaßbar), dann werden weitere erkrankte Kinder einer Familie mit größerer Wahrscheinlichkeit ebenfalls in die betreffende Klinik zur Behandlung gebracht werden. Diese einzelnen Auslesefaktoren lassen sich aber meist nicht mehr zahlenmäßig erfassen oder auch nur abschätzen.

Eine Methode zur Ausschaltung aller dieser undurchschaubaren Ausleseverhältnisse ist die *Erstprobandenmethode*, die sich nur auf die erkrankten Probanden in einer Familie beschränkt; die so erfaßten Familien können als eine repräsentative Stichprobe aus der Bevölkerung behandelt werden. Eine andere Möglichkeit besteht darin, daß man, von Probanden ausgehend, auf



genealogischem Weg die weitere Sippe der Probanden erforscht und dann aus den Sippentafeln Familien mit mindestens einem rezessiven Kind zusammenstellt (die Familie des Probanden darf dabei nicht mitgezählt werden!). Nur einmal zu zählen sind dabei die Familien, die in der Sippe mehrerer Probanden zugleich vorkommen. Tritt ein Proband in der Sippe eines anderen Probanden unter den auch sonst erforschten Verwandtschaftsgraden auf, so kann seine Familie gezählt werden (KOLLER).

### γ) Mutter-Kind-Statistik

In der Erbstatistik der Familie treten erfahrungsgemäß immer wieder Fälle mit offensichtlich falschen Abstammungsangaben auf. Sie sind die Ursache dafür, daß Kinder mit einem dominant erblichen Merkmal aus Ehen zweier Rezessiver abzustammen scheinen. Bei Mutter-Kind-Untersuchungen lassen sich solche Fälle mit großer Sicherheit ausschalten, da hier die Abstammungsverhältnisse weitgehend sicher sind. Man prüft daher zur Sicherung von Erbgängen die Mutter-Kind-Verbindungen auf das Vorkommen von Ausnahmefällen. Meist handelt es sich um Merkmale, über deren Erbgang schon weitgehend bestimmte Hypothesen vorliegen.

		Kind		
		AA	Aa	aa
Mutter	AA	p	q	unmöglich
	Aa	$\frac{1}{2} p$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2} q$
	aa	unmöglich	p	q

Das Zahlenmaterial der Mutter-Kind-Verbindungen kann weiteren statistischen Untersuchungen unterworfen werden. Man macht hierzu die Voraussetzung, daß die Genverteilung bei den Vätern zufallsmäßig ist und der Genverteilung in der Gesamtbevölkerung entspricht. Das Merkmal darf also auf die Gattenwahl keinen Einfluß haben. Man prüft die Erfahrungswerte nach obigem Schema mit den Erwartungswerten (etwa an Hand des  $\chi^2$ -Verfahrens; vgl. hierzu BAITSCH).

Die Mutter-Kind-Ziffern enthalten auch Angaben über die Durchmischung in der Bevölkerung.

### δ) Faktorenkoppelung

Liegen die Gene für zwei oder mehrere Merkmale auf jeweils verschiedenen Chromosomen, dann ist der Erbgang der Gene jedes Merkmals unabhängig von den anderen Genen, da sich die Chromosomen gegenseitig nicht beeinflussen. Das Zusammentreffen der Gene verschiedener Gameten erfolgt mit zufälliger Wahrscheinlichkeit. Liegen dagegen zwei Genpaare auf einem Chromosom, dann findet eine gewisse gegenseitige Koppelung statt. Werden z. B. die von einem Elternteil geerbten, auf einem Chromosom liegenden Gene AB unverändert bei der Keimzellenbildung weitergegeben, dann liegt eine starre Bindung (Koppelung) zwischen diesen Genen vor. Bei der Keimzellenbildung kann jedoch ein gegenseitiger Austausch von, der Herkunft nach, väterlichen und mütterlichen Genen statthaben. Die Wahrscheinlichkeit, mit der ein solcher Austausch erfolgt ist, wird durch die Faktorenaustauschziffer c angegeben: Je näher die Gene auf dem Chromosom beieinanderliegen, um so geringer ist die Wahrscheinlichkeit,



daß das Chromosom im Crossing-over zwischen diesen beiden betrachteten Genen bricht und die beiden getrennten Faktoren ausgetauscht werden. Je weiter sie voneinander liegen, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit eines Austausches; die Austauschzahl  $c$  nähert sich dem Wahrscheinlichkeitswert  $1/2$  an, der bedeutet, daß die Wahrscheinlichkeit für einen Chromosomenbruch und einen Austausch so groß ist wie die Wahrscheinlichkeit für das Nichtauftreten eines Austausches. Der Wert  $1/2$  wird erfahrungsgemäß nicht überschritten; im Fall ungekoppelter Gene wird  $c = 1/2$ .

Die Faktorenkoppelung kann bei den einfacheren Erbgängen auf einfache Weise geprüft werden. Wirken zwei Genpaare zusammen (Aa, Bb), dann sind vier Genverbindungen möglich: AB, Ab, aB, ab. Diese vier Genverbindungen können 16 Erbformeln bilden, von denen sich 6 nur durch die Vertauschung der väterlichen und mütterlichen Keimzellen unterscheiden. Aus diesen Erbformeln können die möglichen Spaltungen des zweipaarigen Erbganges mit und ohne Koppelung aufgestellt werden.

Für die Prüfung des Faktorenaustausches ist die Ehe eines Doppelt-Heterozygoten (AB · ab und Ab · aB) mit einem ab · ab von besonderer Bedeutung. Es ergeben sich dabei folgende Spaltungen:

$$\begin{aligned} \text{Ab} \cdot \text{aB} \times \text{ab} \cdot \text{ab}: & \frac{1-c}{2} \text{ AB} \cdot \text{ab}; \frac{c}{2} \text{ Ab} \cdot \text{ab}; \frac{c}{2} \text{ aB} \cdot \text{ab}; \frac{1-c}{2} \text{ ab} \cdot \text{ab}. \\ \text{AB} \cdot \text{ab} \times \text{ab} \cdot \text{ab}: & \frac{c}{2} \text{ AB} \cdot \text{ab}; \frac{1-c}{2} \text{ Ab} \cdot \text{ab}; \frac{1-c}{2} \text{ aB} \cdot \text{ab}; \frac{c}{2} \text{ ab} \cdot \text{ab}. \end{aligned}$$

Zur Bestimmung von  $c$  aus Eltern und Kindern errechnet man aus dem Produkt der beiden äußeren mit den beiden inneren Klassen (die beide Male  $c(1-c)$  werden) leicht den Wert  $c$  (nach GEPPERT-KOLLER).

Kann der Erbformeltypus des Doppelt-Heterozygoten nicht bestimmt werden, dann ist aus dem Gemisch der beiden Reihen von Spaltungsziffern  $c$  nicht ohne weiteres zu ermitteln. Sind die doppelt-heterozygoten Erbformen Ab · aB und AB · ab gleich häufig, dann ist bei ihrer zusammenfassenden Betrachtung das Spaltungsverhältnis 1 : 1 : 1 : 1.

Auf einem Umweg kann  $c$  dann doch noch ermittelt werden. Werden in der folgenden Formel die Kinderzahlen in den vier Klassen durch die Erbformel ersetzt, dann ergibt sich nach BERNSTEIN

$$f = (\text{AB} \cdot \text{ab} + \text{ab} \cdot \text{ab}) (\text{Ab} \cdot \text{ab} + \text{aB} \cdot \text{ab}),$$

wobei

$$f = c \cdot (1 - c).$$

Bei Familien mit  $m$  Kindern ist der Erwartungswert

$$f^0 = m(m-1) \cdot c(1-c).$$

(Vergleich an Hand der Tabelle S. 262.)

Eine Auslesekorrektur bei Vorliegen von Dominanz beider Merkmale gaben BERNSTEIN und HALDANE an.

Besonders aussichtsreich ist die Untersuchung auf Koppelung seltener dominanter Merkmale, bei denen praktisch alle Merkmalsträger heterozygot hinsichtlich der dominanten Anlage sind.

Sind bei der Paarung eines doppelt Heterozygoten mit einem einfachen Heterozygoten bei einem intermediärem Erbgang 6 Erbformen erkennbar, dann ergibt sich nach HALDANE

$$f = (\text{AB} \cdot \text{Ab} + \text{ab} \cdot \text{ab}) (\text{Ab} \cdot \text{Ab} + \text{aB} \cdot \text{aB});$$

man läßt hier also die Heterozygoten Aa weg, da sie keine zusätzliche Information liefern. Man kann für die Prüfung wieder die Werte der Tabelle unten benutzen, wenn man unter m die Zahl der zu den vier benutzten Klassen gehörenden Kinder versteht. Bei Dominanz von A über a und Dominanz in beiden Merkmalen müssen Auslesekorrekturen vorgenommen werden.

Erwartungswerte für die Prüfung der genetischen Unabhängigkeit ( $c=1/2$ ).

m	$\chi^2$	2
2	0,5	0,25
3	1,5	0,75
4	3,0	1,50
5	5,0	2,50
6	7,5	3,75
7	10,5	5,25
8	14,0	7,00
9	18,0	9,00
10	22,5	11,25
11	27,5	13,75
12	33,0	16,50
13	39,0	19,50
14	45,5	22,75
15	52,5	26,25

Die Paarungen zweier doppelt Heterozygoter bei intermediärem Erbgang (Abb. 129) können nach HALDANE ebenfalls zur Koppelungsfeststellung herangezogen werden. Die Formeln hierfür sind umfangreicher. Weitere Methoden für die Prüfung der Koppelung für den Fall, daß bei der Paarung zweier Heterozygoter in beiden Merkmalen Dominanz vorliegt, sind von R. A. FISHER und WIENER angegeben worden. HALDANE hat die Produktmethode auch für die Koppelungsprüfung einer allelen Reihe angewandt. Auf die speziellen Arbeiten sei hierzu verwiesen.

Das von PENROSE angegebene einfachere Verfahren zur Koppelungsprüfung an Geschwisterreihen ergibt keine exakten Werte (KOLLER).

Bei der Prüfung von Erfahrungs- und Erwartungswerten wird man mit Vorteil auch die  $\chi^2$ -Methode benutzen. Durch die Zerlegung von  $\chi^2$  kann, vor allem in der experimentellen Genetik, eine Prüfung auf Störung von Einzelspaltungen und auf Faktorenkoppelung vorgenommen werden (vgl. hierzu E. WEBER, mit durchgerechneten Beispielen).

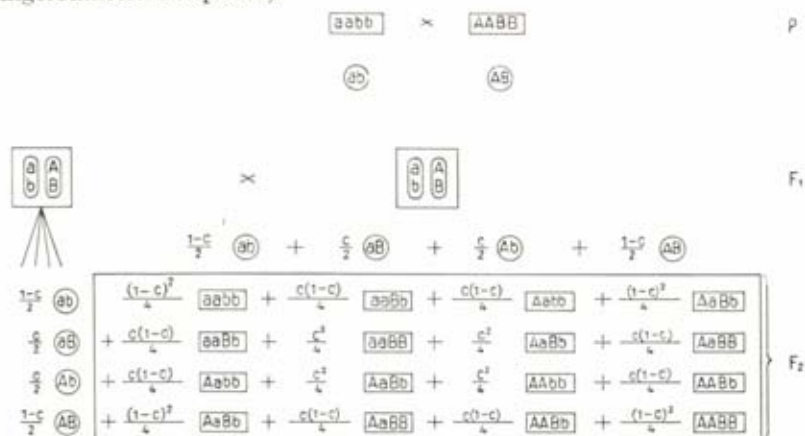


Abb. 129. Schematische Veranschaulichung der Aufspaltung Doppelt-Mischerbiger bei Genkoppelung (n. MITTMANN).

## e) Zwillingsstatistik

### a) Zwillingsdiagnose

Die Anwendung der statistischen Verfahren in der Zwillingsforschung setzt die Diagnose der Erbgleichheit oder Erbverschiedenheit der Zwillingspaare voraus. Man unterscheidet in den diagnostischen Methoden entwicklungsgeschichtliche und erbbiologische Methoden. Folgende Abkürzungen werden üblicherweise benutzt:

- Z = Zwillinge = Zwillingspaare
- GZ = gleichgeschlechtliche Zwillinge
- EZ = eineiige Zwillinge
- zZ = zweieiige Zwillinge
- ZZ = gleichgeschlechtliche zweieiige Zwillinge
- PZ = verschiedengeschlechtliche Zwillinge.

Eine Zusammenfassung der derzeit brauchbarsten Verfahren gab BREITINGER; ausführliche Literatur bei GEDDA.

Die entwicklungsgeschichtliche Methode arbeitet mit der Nachgeburtsdiagnose. Eine sichere Eidgeitsdiagnose ist aus dem Nachgeburtsbefund nicht in jedem Fall möglich. Sicher ist nur, daß PZ immer Dichoriaten sind. Dagegen sind etwa 20 % aller dichorischen GZ als EZ anzusehen. Eine monochorische Plazenta mit Gefäßanastomosen spricht für EZ.

Unter den erbbiologischen Methoden zielt die Diskordanzdiagnose darauf ab, eine Zweieiigkeit nachzuweisen. Hierher gehören die monosymptomatischen Verfahren, bei denen schon der Nachweis eines Merkmals genügt, die Zweieiigkeit festzustellen. Am einfachsten ist hier die Geschlechtsverschiedenheit: PZ sind immer ZZ. Von Bedeutung ist die Häufigkeit der PZ unter den Neugeborenen, da aus ihr geschlossen werden kann auf die Häufigkeit der ZZ und (über die WEINBERGSche Differenzmethode) die Häufigkeit der EZ (für Erwachsene korrekturnotwendig, da GZ in geringerer Häufigkeit erhalten bleiben). Sichere Entscheide in der Richtung der ZZ-Diagnose geben Diskordanzen in den erblichen Blutmerkmalen (Blutgruppen des ABO-Systems, MN-Faktoren, Rh-Untergruppen, Faktor P, Lutheran-, Lewis-, Kell-, Duffy-Systeme). Durch die ABO-Blutgruppen und die MN-Faktoren können über 60 % der ZZ nachgewiesen werden. Bei Berücksichtigung der 8 Systeme A<sub>1</sub>A<sub>2</sub>BO/MN/P/Rh-Untergruppen/Lu/Le/K/Fy steigen die Erfolgsaussichten auf 92,8 %. Als weitere Merkmale können herangezogen werden die Geschmacksempfindungen für Phenylthiocarbamid (P.T.C.), die Gesamtzahl der Fingerleisten, Augenfarbe, Haarfarbe, Haarform, Hautfarbe usw. (vgl. S. 264). Durch die Einbeziehung feinerer Merkmalsausprägungen in die Differentialdiagnose (morphologische Merkmalsgruppen des Kopfes und des Gesichts, Maßunterschiede) kann praktisch jedes ZZ-Paar als erbverschieden nachgewiesen werden.

Die Ähnlichkeitsdiagnose (SIEMENS) stützt sich auf einen möglichst umfassenden Untersuchungsbefund. Zweckmäßigerweise werden die Merkmale bevorzugt, die einen hohen empirischen Trennwert hinsichtlich der Differentialdiagnose EZ-ZZ haben (z. B. Gesamtleistenzahl nach GEIPEL, vgl. hierzu GEDDA 1951).

Die theoretische Rechtfertigung für die Ähnlichkeitsdiagnose gegenüber dem Vorwurf des Zirkelschlusses und eine ausreichend sichere empirische Nachprüfung gaben STOCKS und vor allem ESSEN-MÖLLER. Die ESSEN-MÖLLERSche Formel läßt sich in ihrer Form als Zwillingsformel für die rechnerische Differentialdiagnose verwenden. Der er-



rechnete Wert gibt an, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein GZ-Paar der Gruppe der EZ oder der Gruppe der ZZ zugeordnet werden kann.

Die Formel lautet:

$$W = \frac{1}{1 + q \cdot \frac{B_1}{A_1} \cdot \frac{B_2}{A_2} \cdot \frac{B_3}{A_3} \cdot \dots \cdot \frac{B_w}{A_w}}$$

(A = Konkordanz- bzw. Diskordanzhäufigkeit bei EZ; B bei ZZ); q ist die empirisch ermittelte Häufigkeit der ZZ : EZ (etwa 1,5) (Formel nach BREITINGER).

Nach den bisherigen Befunden (NEWMAN u. a.) ergeben die eineiigen Zwillinge

keine Unterschiede bei	{ Blutgruppen Augenfarbe Furchenzahl im Fingerabdruck
geringe Unterschiede bei	{ Haarfarbe Empfindlichkeit für Infektionskrankheiten Blinddarmrentzündung usw.
größere Unterschiede bei	{ Hautfarbe Körpergewicht, und
größte Unterschiede in	{ Verstand Persönlichkeit.

Gerade seelische Eigentümlichkeiten erweisen sich darnach als besonders umweltplastisch.

### β) Spezielle Zwillingsstatistik

Die spezielle Zwillingsstatistik kennt noch eine Reihe besonderer Begriffe und Methoden. Als Manifestationswahrscheinlichkeit eines Merkmals wird das Verhältnis der manifestierten Anlagen (Genotypen) zu der Gesamtzahl der Genotypen verstanden. Bei der Bestimmung dieses Verhältnisses an Zwillingsmaterial ist zu berücksichtigen, daß die negativ-konkordanten Zwillinge hinsichtlich eines Merkmals nicht ohne weiteres empirisch zu erfassen sind, da sie der direkten Beobachtung entgehen. Sie lassen sich jedoch errechnen. Die Manifestationswahrscheinlichkeit ergibt sich nach der Formel:

$$M = \frac{1}{1 + \frac{d}{2k}}$$

d bezeichnet die Zahl der diskordanten Paare, k die Zahl der positiv-konkordanten. Die positiv-konkordanten Paare dürfen dabei nur unmittelbar, also nicht über einen merkmalsbehafteten Ausgangspaarling erfaßt worden sein. Die Stichprobenauslese (= r = Verhältnis der unmittelbar erfaßten zu der Gesamtzahl der positiv-konkordanten Paarlinge) wird berücksichtigt in der folgenden Formel:

$$M_r = \frac{1}{1 + \frac{1}{k(r+1)}}$$

Die Manifestationsschwankung S ergänzt die Manifestationswahrscheinlichkeit zu 1 (S = 1 - M).

Tritt ein zu prüfendes Merkmal erst im Lauf des nachgeburtlichen Lebens auf, muß die Altersverteilung der Paarlinge innerhalb der Gefährdungsperiode (Zeitpunkt

zwischen erfahrungsgemäß erstem Auftreten und Zeitpunkt des späteren Auftretens) berücksichtigt werden (Formel bei LUXENBURGER).

Die Konkordanzziffer  $K$  der Erbgleichen (Verhältnis zwischen der Zahl der positiv-konkordanten und der Zahl der möglichen erbgleichen Paare) hängt rechnerisch eng zusammen mit der Manifestationswahrscheinlichkeit nach:

$$K = M^2 = \left( \frac{1}{1 + \frac{d}{2k}} \right)^2$$

$$M = \sqrt{K}.$$

$M$  hat immer einen höheren Wert als  $K$ . Die falsche Konkordanzziffer  $K'$

$$\left( K' = \frac{K}{K + d} \right)$$

ist höher als die wahre ( $K$ ), aber niedriger als die Manifestationswahrscheinlichkeit  $M$ . Die Zusammenhänge ergeben sich nach

$$M = \frac{2 K'}{K' + 1}.$$

Für jeden Wert von  $K'$  kann durch geometrische Interpolation die zugehörige Manifestationswahrscheinlichkeit  $M$  festgestellt werden (LUXENBURGER), wozu die Kenntnis von  $r$  Voraussetzung ist.

Das von v. VERSCHUER angegebene Umrechnungsverfahren führt praktisch zu den gleichen Ergebnissen wie das Paarlingsverfahren. Auch in dem v. VERSCHUERSCHEN Verfahren kommt man ohne die Kenntnis des Grades der Stichprobenauslese ( $r$ ) nicht aus.

Das Partnerverfahren, das in seinem Aufbau der Probandenmethode entspricht, setzt die konkordanten Partner aller unmittelbar erfaßten Ausgangsfälle zu der Gesamtzahl der erfaßten Partner ins Verhältnis. Bei der Erfassung aller manifestierten Paarlinge in einem Bezirk liefert dieses Verfahren die Manifestationswahrscheinlichkeit  $M$  auch ohne Berücksichtigung der negativ konkordanten Paare. Die Stichprobenauslese  $r$  wird berücksichtigt, wenn man im Partnerverfahren die unmittelbar erfaßten konkordanten Paare doppelt rechnet, die mittelbar erfaßten nur einfach.

Weitere Verfahren zur Berechnung der Manifestationswahrscheinlichkeit sind angegeben von LUXENBURGER und LENZ. LUXENBURGER hält sein Verfahren für überholt. Das Korrelationsverfahren von LENZ errechnet aus der Korrelation der Erbgleichen und Erbverschiedenen, wie häufig ein Merkmal unter 100 Anlageträgern auftritt. Das Verfahren setzt die Kenntnis des Erbanges und der Anlagehäufigkeit voraus.

Vergleiche folgende Tabelle von LENZ:

Das Merkmal erscheint unter 100 Anlageträgern bei	Korrelation bei	
	EZ	ZZ
100	1,00	0,42
90	0,69	0,29
80	0,50	0,21
70	0,37	0,15
60	0,27	0,11
50	0,20	0,08
40	0,14	0,06
30	0,10	0,04
20	0,06	0,02
10	0,03	0,01
0	0,00	0,00

Bei quantitativ abstufbaren Merkmalen wird man auch in der Zwillingsstatistik mit Vorteil die *V a r i a n z a n a l y s e n* anwenden. Diese Verfahren sind vor allem in der angelsächsischen Literatur häufiger angewandt worden, in der deutschen Zwillingsforschung bisher dagegen praktisch noch nicht. Auf die entsprechenden Abschnitte über die Varianzanalyse (S. 231) sei wegen der allgemeinen Methodik verwiesen; in der nachstehenden Tabelle ist das Ergebnis einer solchen Varianzanalyse an Zwillingen dargestellt (S. B. HOLT), wobei mit dem Verfahren von C. A. B. SMITH die maximale Korrelation zwischen den Zwillingen errechnet wird; untersucht wurde die Gesamtleistenzahl im Tastleistsystem der Fingerbeeren.

	Eineiige Zwillinge	Zweieiige Zwillinge
Innerhalb der Paare:		
Quadratsumme	19215'50	659814'00
Freiheitsgrade	34	66
Varianz	565'1618	9997'1818
$\sigma$	23'7731	99'9859
Zwischen den Paaren:		
Quadratsumme	1047035'02	1763919'52
Freiheitsgrade	33	65
Varianz	31728'3339	27137'2080
$\sigma$	178'1244	164'7337
$r$	0'965 $\pm$ 0'01	0'462 $\pm$ 0'10

Ein Verfahren zur Ausschaltung von methodisch bedingten Fehlern auf den Korrelationskoeffizienten hat STOCKS angegeben. Der „wahre“ Korrelationskoeffizient errechnet sich nach

$$r' = \frac{r}{1 - \frac{\sigma_v^2}{\sigma_o^2}}$$

wobei  $r$  der Korrelationskoeffizient der Zwillingspaare,  $\sigma_v$  die Standardabweichung der korrigierten wiederholten Verbesserungen an einem Individuum und  $\sigma_o$  die Standardabweichung der nach Alter und Geschlecht korrigierten Einzelmessungen aller Paarlinge

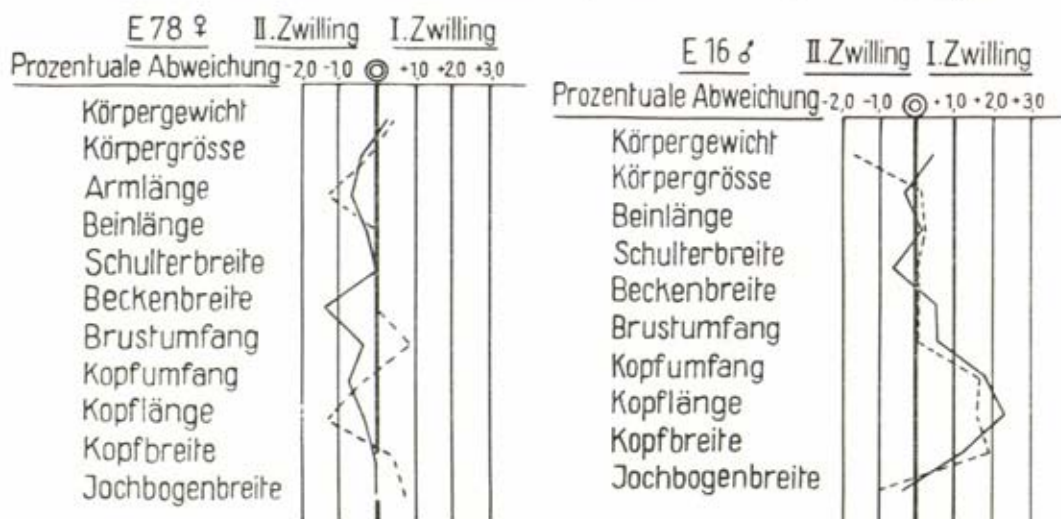


Abb. 130. Prozentuale Abweichungen verschiedener Zwillingspaare (n. VON VERSCHUER).



der Gruppe bedeuten. Dieses Verfahren läßt insbesondere bei physiologischen und psychologischen Merkmalen stärkere Korrekturen erwarten; bei morphologischen Merkmalen macht sich die Korrektur weniger bemerkbar.

### 7) Graphische Darstellung

Die Ähnlichkeit zwischen den Zwillingspartnern läßt sich graphisch leicht darstellen durch die prozentuale Abweichung in jedem Maß; die mittlere prozentuale Abweichung bezieht sich dann auf die ganze Gruppe (v. VERSCHUER). Verglichen werden die für jede Gruppe (Konkordante, Diskordante, jeweils getrennt nach Geschlechtern) getrennt errechneten Abweichungswerte (Abb. 130).

Die Darstellung der Ähnlichkeitsverhältnisse im Laufe der individuellen Entwicklung der Paarlinge kann ebenfalls graphisch vorgenommen werden. Auf der Ordinate eines Koordinatensystems werden die Altersjahre abgetragen, auf der Abszisse die durchschnittlichen Abweichungen (v. VERSCHUER) (Abb. 131).

Man muß sich bei der Anwendung dieser graphischen Methoden darüber klar sein, daß mit ihnen keine Prüfmöglichkeit gegeben ist. Es werden mit ihnen allein die Befunde bildlich dargestellt. Will man die Befunde prüfen und vergleichen, dann bediene man sich der varianzanalytischen Methoden (vgl. S. 231 und S. 266).

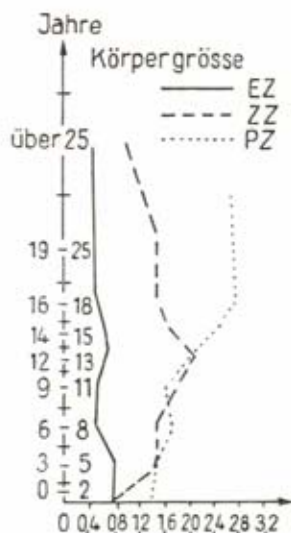


Abb. 131. Die Variabilität der Körpergröße im Verlaufe des Lebens (nach v. VERSCHUER). Die Kurven sind in der Weise zustande gekommen, daß in der Mitte jeder Altersstufe auf der Horizontalen von der Nulllinie aus nach rechts die mittlere prozentuale Abweichung der betreffenden Altersgruppe eingezeichnet und die so erhaltenen Punkte miteinander verbunden wurden. Je näher eine Kurve an der Nulllinie (Senkrechten) liegt, desto größer ist die durchschnittliche Ähnlichkeit der Zwillinge, und je weiter sich eine Kurve von der Senkrechten nach rechts entfernt, desto verschiedener ist die betreffende Zwillinggruppe.

### Literatur

- ANDERSON, O., 1935: Einführung in die Mathematische Statistik. Springer, Wien.
- BAILEY, N. T. J., 1951: On simplifying the use of FISHER's u-statistics in the detection of linkage in man. *Ann. Eugen.* **16**, 26.
- BAITSCH, H., 1952: Die Mutter-Kind-Vererbung somatischer Merkmale. Naturw. Diss. München.
- 1953: Zum Problem der Erbformelberechnung im Tastleistensystem. *Zschr. menschl. Vererb.- u. Konstit.lehre* **31**, 352.
- 1954: Über die Variabilität und Erbllichkeit des akralen Hautwiderstandes. *Acta genetica* **5**, 72.
- BARNARD, M. M., 1935: The secular variations of skull characters in four series of Egyptian skulls. *Ann. Eugen.* **6**, 352.
- BAUER, R. K., 1954: Diskriminanzanalyse. *Allg. stat. Archiv* **38**, 205.
- BAUER, R. K., und BAITSCH, H., 1954: Die Grundlagen für die Anwendung der Entscheidungsanalysen im erbbiologischen Vaterschaftsnachweis. *Mitt.-Bl. math. Statistik* **6**, 61.

- BLISS, C. I., 1935: The calculation of the dosage-mortality. *Ann. Appl. Biol.* **22**, 134.  
 — 1950: The design of biological assays. *Ann. Acad. Sci.* **52**, 877.
- BREITINGER, E., 1936: Vergleichbare Verteilungsbilder. Frequenzpolygone. *Anthrop. Anz.* **13**, 282.  
 — 1939: Die Berechnung der Streuung zusammengesetzter Gruppen. *Anthrop. Anz.* **16**, 107.  
 — 1952: Zur Methodik der Zwillingsdiagnose. *Homo* **3**, 5.
- BRONOWSKI, J., und LONG, W. H., 1951: Statistical methods in anthropology. *Nature* **168**, 794.  
 — 1952: Statistics of Discriminations in anthropology. *Amer. J. Phys. anthrop.* **385**.  
 — 1953: The australopithecine milk canines. *Nature* **172**, 251.
- BROWN, G. W., 1947: Discriminant functions. *Ann. Math. Stat. Ann. Arbor* **18**, 514.
- COCHRAN, W. G., 1940: The analysis of variance when experimental errors follow the Poisson or binomial laws. *Ann. Math. Stat.* **11**, 335.  
 — 1942: The  $\chi^2$ -correction for continuity. *Journ. of Science* **16**, 421.
- CZEKANOWSKI, J., 1909: Zur Differentialdiagnose der Neandertalgruppe. *Korr. Bl. Dtsch. Ges. Anthrop.* **40**, 44.  
 — 1932: „Coefficient of Racial Likeness“ und „Durchschnittliche Differenz“. *Anthrop. Anz.* **9**, 227.  
 — 1933: Mendelistisches „Law of ancestral Heredity“. *Zschr. ind. Abst. Vererb.-Lehre* **46**, 154.
- CZUBER, E., 1927: Die statistischen Forschungsmethoden. 2. Aufl. Seidel und Sohn, Wien.  
 — 1938: 3. Aufl. bearbeitet von BURKHARDT.
- DAEVES, K., 1952: Rationalisierung durch Großzahl-Forschung. Stahleisen, Düsseldorf.
- DAHLBERG, G., 1943: Mathematische Erblichkeitsanalyse von Populationen. Almqvist und Wiksells, Uppsala.
- DAVID, F. N., 1953: A statistical primer. Griffin, London.
- EICKSTEDT, E. v., 1944: Die Forschung am Menschen. Thieme, Stuttgart.
- ERNIK, L. O., und TERRILL, C. E., 1949: Systematic procedures for calculating inbreeding coefficients. *Hered.* **40**, 51.
- ESSEN-MÖLLER, E., 1938: Die Beweiskraft der Ähnlichkeit im Vaterschaftsnachweis. *Mitt. anthrop. Ges. Wien* **68**, 9.
- FALKENBURGER, F., 1950: Das Rasenproblem in Ägypten. *Homo* **1**, 56.
- FINNEY, D. J., 1948: The Fisher-Yates-Test of significance in  $2 \times 2$ -contingency tables. *Biometrika* **35**, 145.
- FISHER, R. A., 1922: On the mathematical foundations of theoretical statistics. *Phil. Trans. Roy. Soc., London Series A* **223**, 309.  
 — 1938: The statistical utilization of multiple measurements. *Ann. Eugen.* **8**, 376.  
 — 1940: The precision of discriminant functions. *Ann. Eugen.* **10**, 422.  
 — 1947: The design of experiments. Oliver & Boyd, Edinburgh/London.  
 — 1950: Statistical methods for research workers. Oliver & Boyd, Edinburgh/London. 11. Aufl.  
 — 1950: Contributions to mathematical statistics (Sammlung und Nachdruck der wichtigsten Arbeiten von R. A. FISHER). Wiley, New York.
- FISHER, R. A., und GRAY, H., 1937: Inheritance in man: Boas' data studied by the method of analysis of variance. *Ann. Eugen.* **8**, 74.
- FISHER, R. A., und YATES, F., 1949: Statistical tables for biological, agricultural and medical research. Oliver & Boyd, Edinburgh/London. 3. Aufl. Nachdruck.
- FREEMAN, G. H., und HALTON, J. H., 1951: Note on an exact treatment of contingency, goodness of fit and other problems of significance. *Biometrika* **38**, 141.
- GEBELEIN, H., 1950: Logarithmische Normalverteilungen und ihre Anwendungen. *Mitt.-Bl. math. Stat.* **2**, 155.
- GEBELEIN, H., und HEITE, H. J., 1950: Über die Unsymmetrie biologischer Häufigkeitsverteilungen. *Klin. Wschr.* **28**, 41.  
 — 1951: Statistische Urteilsbildung. Springer, Berlin, Göttingen und Heidelberg.
- GEDDA, L., 1951: Studio dei Gemelli. Ed. Orizzonte medico, Rom.
- GEPPERT, H., und KOLLER, S., 1938: Erbmathematik. Quelle und Meyer, Leipzig.
- GEPPERT, M. P., 1942: Über den Vergleich zweier beobachteter Häufigkeiten. *Dtsch. Math.* **7**, 553.  
 — 1942: Das BAYESSche Rückschlußproblem. *Dtsch. Math.* **7**, 1.
- GEYER, E., 1938: Die Beweiskraft der Ähnlichkeit im Vaterschaftsnachweis. *Mittl. Anthrop. Ges. Wien* **68**, 54.
- GRONOW, D. G. C., 1951: Test for the significance of the difference between means in two normal populations having unequal variances. *Biometrika* **38**, 252.



- HALDANE, J. B. S., 1935: The rate of spontaneous mutation of a human gene. *J. Genet.* **31**, 317.
- HALPERIN, M., 1953/54: The use of  $\chi^2$  in testing effect of birth order. *Ann. Eugen.* **18**, 99.
- HJORTSJÖ, C. H., u. LINDEGARD, B., 1953: Critical aspects on the use of indices in physical anthropology. *Kungl. Fysiogr. Salls. Förh.* **23**, Nr. 8.
- HOLT, S. B., 1952/53: Genetics of dermal ridges: maximization of intraclass correlation for ridge-counts. *Ann. Eugen.* **17**, 293.
- HOSEMAN, H., 1949: Die Grundlagen der statistischen Methoden für Mediziner und Biologen. Thieme, Stuttgart.
- 1951: Das Lochkartensystem und einige wichtige statistische Resultate auf gynäkologisch-geburtshilflichem Gebiet. Beiheft Gynäkologica, Karger, Basel.
- JOHANNSEN, W., 1926: Elemente der exakten Erblchkeitslehre. Fischer, Jena.
- JOHNSON, P. O., 1950: The quantifications of qualitative data in discriminant analysis. *J. amer. Stat. Assoc.* **45**, 65.
- 1950: Statistical methods in research. 2. Aufl. Prentice-Hall, New York.
- KAHLICH-KOENNER, D. M., 1951: Praktische Erfahrungen bei der Anwendung der ESSEN-MÖLLERSchen Formel. *Homo* **2**, 581.
- KEITER, FR., 1952: Exakt rechnerische Hilfsmittel der Vaterschaftsdiagnostik. *Actes IV. Congr. Inter. Sc. Anthropol.* Wien **1**, 182.
- KOLLER, S., 1940: Allgemeine statistische Methoden. In: G. JUST, Hdb. d. Erbbiologie d. Menschen, Bd. 2. Springer, Berlin.
- 1940: Methodik der menschlichen Erbforschung. In: G. JUST, Hdb. d. Erbbiologie d. Menschen, Bd. 2. Springer, Berlin.
- 1953: Graphische Tafeln zur Beurteilung statistischer Zahlen. Steinkopff, Darmstadt.
- KRAMP, P., 1938: Die bajuwarischen Reihengräberskelette vom Riegeranger in München-Giesing. *Anthropol. Anz.* **15**, 162.
- LENZ, F., 1936: Die Methoden der menschlichen Erbforschung. In: BAUR-FISCHER-LENZ. Menschliche Erblehre. Lehmann, München.
- LINDER, A., u. GRANDJEAN, E., 1950: Statistical analysis of some physiological experiments. *Sankhya* **10**, 1.
- LINDER, A., 1951: Statistische Methoden für Naturwissenschaftler, Mediziner und Ingenieure. Birkhäuser, Basel.
- 1953: Planen und Auswerten von Versuchen. Birkhäuser, Basel.
- LUDWIG, W., 1951: Zur Theorie der ESSEN-MÖLLERSchen Methode. *Homo* **2**, 55.
- LUDWIG, W., u. BOOST, CH., 1940: Vergleichende Wertung der Methoden zur Analyse rezessiver Erbgänge beim Menschen. *Zschr. menschl. Vererb. u. Konstit.lehre* **24**, 577.
- LUDWIG, W., u. WARTMANN, R., 1952: Kritische Betrachtungen zum erbbiologischen Vaterschaftstest. *Dtsch. Zschr. gerichtl. Med.* **41**, 289.
- MAHALANOBIS, P. C., 1925: Analysis of race mixture in Bengal. *J. asiatic. Soc. Bengal* **23**, 301.
- 1930: On tests and measures of group divergence. *J. asiatic. Soc. Bengal* **26**, 541.
- 1936: On the generalized distance in statistics. *Proc. nat. Inst. Sc. (India)* **12**, 49.
- MAHALANOBIS, P. C., MAJUMDAR, D. N., u. RAO, C. R., 1949: Anthropometric survey of the united provinces, 1941: A statistical study. *Sankhya* **9**, 90.
- MARTIN, E. S., 1936: A study of a Egyptian series of mandibles with special reference to mathematical methods of sexing. *Biometrika* **28**, 149.
- MARRIAGE, A., 1950: Rapid estimation of standard deviation. *Nature* **165**, 370.
- MATHER, K., 1946: Statistische Analysen in der Biologie. Übersetzt von A. Zeller, 1954. Springer, Wien.
- 1949: Biometrical genetics. The study of continuous variations. Methuen, London.
- 1951: The measurement of Linkage in Heredity. 2. Aufl. Methuen, London.
- 1951: Statistical analysis in biology. 4. Aufl. Methuen, London.
- 1954: The methodology of biometrical genetics. *Biometrics* **10**, 164.
- MAUNG, K., 1941: Discriminant analysis of TOCHER's eye-colours-data for Scottish school children. *Ann. Eugen.* **11**, 64.
- MICHELSON, G., 1924: Über die Bestimmung der Norm und der Konstitutionstypen durch Messungen und Formeln. *Zschr. menschl. Vererb. Konstit.lehre* **9**, 417.
- MITTMANN, O., 1940: Erbbiologische Fragen in mathematischer Behandlung. De Gruyter, Berlin.
- MITTENECKER, E., 1952: Planung und statistische Auswertung von Experimenten. Deudicke, Wien.
- MOLLISON, TH., 1907: Die Maori in ihren Beziehungen zu verschiedenen benachbarten Gruppen. *Korr.-Bl. Dtsch. Ges. Anthropol.* **38**, 147.



- MUDRA, A., 1949: Anleitung zur Durchführung und Auswertung von Feldversuchen. Hirzel, Leipzig.
- PÄTAU, K., 1940: Eine neue  $\chi^2$ -Tafel. Zschr. Indukt. Abst. u. Vererb.lehre 80, 558.
- 1947: Die statistische Sicherung eines Häufigkeitsunterschiedes seltener Ereignisse. Zschr. Naturforschung 2b, 214.
- PEARSON, K. P., 1930/31: Tables for statisticians and biometricians. 2 Bde. Cambridge University Press.
- PEARSON, E. S., u. HARTLEY, H. O., 1951: Charts of the power function for analysis of variance tests, derived from the non-central F-distribution. Biometrika 38, 112.
- PENROSE, L. S., 1945: Discrimination between normal and psychotic subjects by revised examination. Bull. Can. Psych. Assoc. 5, 37.
- 1945: Some notes on discrimination. Ann. of Eugen. 13, 228.
- 1953/54: Distance, size and shape. Ann. Eugen. 18, 337.
- 1953/54: The general purpose sibpair linkage test. Ann. Eugen. 18, 120.
- FRIGGE, R., 1937: Fehlerrechnung bei biologischen Messungen. Naturwiss. 25, 169.
- QUENOUILLE, M. H., 1949: Note on the elimination of insignificant variates in discriminatory analysis. Ann. Eugen. 14, 305; 15, 11.
- 1950: Introductory statistics. Butterworth-Springer, London.
- 1953: The design and analysis of experiment. Griffin, London.
- RAO, C. R., 1946: Tests with discriminant functions in multivariate analysis. Sankhya 7, 407.
- 1948: Tests of significance in multivariate analysis. Biometrika 35, 58.
- 1949: The utilization of multiple measurements in problems of biological classification. J. R. S. S. Suppl. 10, 159.
- 1950: Statistical inference applied to classificatory problems. Sankhya 10, 229.
- 1952: Advances statistical methods in biometric research. Wiley, New York.
- RAO, C. R., u. SLATER, P., 1949: Multivariate analysis applied to differences between neurotic groups. British J. Psy. Statistics 2, 17.
- REMANE, A., 1952: Methodische Probleme der Hominiden-Phylogenie I. Zschr. Morph. Anthropol. 44, 188.
- RIETZ, H., u. BAUR, F., 1930: Handbuch der mathematischen Statistik. Teubner, Leipzig.
- ROUTIL, R., 1952: Zur Methodik erbbiologischer Studien. S. A. S. 25—26.
- SALLER, K., 1925: Die Cromagnonrasse und ihre Stellung zu anderen jungpaläolithischen Langschädelrassen. Zschr. ind. Abst. Vererb.lehre 39, 191—247.
- 1927: Die Entstehung der nordischen Rasse. Zschr. Anatomie 83, 411.
- 1932: Erblichkeitslehre und Eugenik. Springer, Berlin.
- SCHÄUBLE, J., 1954: Zur geographischen und sozialen Verteilung einiger anthropologischer Körpermerkmale in Freiburg (Breisgau) und Umkreis. Zschr. Morph. Anthropol. 46, 57.
- V. SCHELLING, H., 1939: Die mathematisch-statistische Bewertung von Stichproben ... II. Mitt. Die Abgrenzung von Mutungsbereichen. Arb. a. d. Staatl. Inst. f. exp. Therapie 37, 28.
- 1940: Über die exakte Behandlung des Zusammenhanges zwischen biologischen Merkmalsreihen. Arb. a. d. Staatl. Inst. f. exp. Therapie 39.
- SCHULZ, B., 1936: Methodik der medizinischen Erbforschung. Thieme, Leipzig.
- SHEPPARD, W. F., 1907: Table of deviates of the normal curve. Biometrika 5, 404.
- SMITH, C. A. B., 1947: Some examples of discrimination. Ann. Eugen. 13, 272.
- 1952/53: A simplified heterogeneity test. Ann. Eugen. 17, 35.
- 1952/53: The linear function maximizing intraclass correlation. Ann. Eugen. 17, 286.
- SMITH, G. S., 1949: Rapid calculation of standard deviations. Nature 164, 718.
- SMITH, H. F., 1936: A discriminant function for plant selection. Ann. Eugen. 7, 240.
- SMITH, S. M., 1953/54: Discrimination between electro-encephalograph recordings of normal females and normal males. Ann. Eugen. 18, 344.
- SNEDECOR, G. W., 1946: Statistical methods. Collegiate Press, Inc., Ames (Iowa).
- STUDENT, 1908: The probable error of the mean. Biometrika 6, 1.
- SUKHATME, P. V., 1938: On the FISHER-BEHRENS test of significance for the difference in means of two normal samples. Sankhya 4, 39.
- TILNER, J., 1953: Über die Augenfarbe bei Eltern und ihren Kindern. Homo 4, 68.
- TIPPETT, L. H. C., 1927: Tables of random sampling numbers. Cambridge Univ. Press, London.
- TUKEY, J. W., 1949: Comparing individual means in the analysis of variance. Biometrika 5, 991.

- TUPPA, K., 1952: Über die Bedeutung der relativen Häufigkeit wahrer Väter für die ESSEN-MÖLLERSche Formel. *Homo* **2**, 114.
- V. VERSCHUER, O., 1926/27: Der Anteil von Erbanlage und Umwelt an den Ursachen der Verschiedenheiten zwischen zweieiigen Zwillingen (Methoden der zwillingsanthropologischen Forschung). *Sitz.-Ber. Anthropol. Ges. Wien* **57**, 36.
- 1951: Erbe und Umwelt als Gestaltungskräfte; anthropologische Beobachtungen an Zwillingen durch 25 Jahre. *Homo* **2**, 11.
- VOGEL, F., 1954: Über Genetik und Mutationsrate des Retinoblastoms. *Zschr. menschl. Vererb.- u. Konstit.lehre* **32**, 308.
- WALD, A., 1947: *Sequential analysis*. Wiley, New York.
- V. d. WAERDEN, B. L., 1939: Vertrauensgrenzen für unbekannte Wahrscheinlichkeiten. *Ber. Verh. Sächs. Akad. d. Wiss.* **91**, 227.
- WARTMANN, R., 1951: Bedeutung und praktische Anwendung der Diskriminanzanalyse. Manuskriptabzug Zoolog. Inst. Heidelberg.
- WEBER, A. A., 1951: Efficacité de l'indice crânien et de l'indice nasal. Comparée à l'analyse discriminante. *Acta genetica et statistica medica* **2**, 351.
- WEBER, E., 1948: *Grundriß der biologischen Statistik*. Fischer, Jena.
- WELCH, B. L., 1939: Note on discriminant functions. *Biometrika* **31**, 218.
- WENINGER, M., 1948/49: Zur zahlenmäßigen Erfassung der Ähnlichkeit im naturwissenschaftlichen Vaterschaftsnachweis. *Mitt. österr. Ges. Anthropol.* **78/79**, 35.
- WETTE, R., 1953: Das Ergebnis-Folge-Verfahren. *Zschr. Naturforschung* **8b**, 698.
- WICHMANN, D., 1951: Die  $Z^2$ -Methode zur Prüfung statistischer Zahlen. *Homo* **2**, 117.
- 1952: Erfahrungen mit der ESSEN-MÖLLERSchen Formel bei der erbbiologischen Vaterschaftsbegutachtung. *Acta genetica et statistica medica* **3**, 342.
- WICHMANN, D., u. TUPPA, K., 1954: Zur Anwendung von Rechenverfahren im Vaterschaftsgutachten. *Dtsch. Zschr. gerichtl. Med.* **43**, 54.
- WOOLF, B., 1949: Rapid calculation of standard deviations. *Nature* **164**, 630.
- WÜNSCHE, G., 1953: Sequential-Testverfahren in der Versicherungstechnik. *Blätter Dtsch. Ges. Vers. Math.* **1**, 19.
- YATES, F., 1934: The analysis of multiple classifications with unequal numbers in the different classes. *J. amer. Statist. Ass.* **29**, 51.
- 1934: Contingency tables involving small numbers and the  $\chi^2$ -test. *J. R. S. Suppl.* **1**, 217.
-





### III. Systematische Anthropologie

#### A. Somatische (morphologische und physiologische) Anthropologie

Die somatische Anthropologie ist der bestausgebaute Teil der modernen Anthropologie. Sie entspricht der üblichen Zweiteilung der menschlichen Ganzheit in Soma und Psyche. Man muß sich dabei jedoch darüber klar sein, daß es eine solche Zweiteilung der Ganzheit eigentlich nicht gibt. Das Soma verwirklicht sich in der Psyche, die Psyche verwirklicht sich im Soma. Die Zweiteilung erfolgt nur aus didaktischen Gründen und um einen Zugang zur Darstellung des Ganzen zu finden.

Die Somatologie selbst wieder baut sich aus Physiologie und Morphologie auf. Auch das ist eine künstliche Zweiteilung, denn die Morphologie ist Ausdruck bestimmter physiologischer Bedingungen und die Physiologie äußert sich entsprechend in den betreffenden Formen. Eines weist auf das andere; vor allem kann alles Formgeschehen nur aus physiologischen Vorgängen tiefer verstanden werden. So sind im Nachfolgenden Morphologie und Physiologie nur hinsichtlich der Methodik getrennt behandelt; in der Besprechung der einzelnen Somagebiete sind sie ineinandergearbeitet, wobei das Schwergewicht je nach Art des besprochenen Gegenstands mehr auf der Physiologie oder mehr auf der Morphologie liegt.

##### 1. Methodik

Die Methodik der somatischen (morphologischen und physiologischen) Anthropologie zerfällt in eine somatometrische Technik (mit Somatometrie und Somatoskopie), in eine osteometrische Technik (mit Kranimetrie einschließlich Kranioskopie und Osteometrie) und schließlich in die physiologischen Untersuchungsmethoden. So ist sie nachfolgend wiedergegeben. Vorangeschickt sind kurze allgemeine Angaben.

###### a) Allgemeine Methoden

Die somatische Anthropologie arbeitet mit Messungen und Beobachtungen, die in bestimmter Weise gewonnen und festgehalten werden. Zur Aufzeichnung dienen besondere Beobachtungsblätter.

###### a) Beobachtungsblätter

Seit dem ersten Erscheinen des vorliegenden Lehrbuches ist eine sehr große Zahl verschiedener Beobachtungsblätter, auch Zählkarten und Zahlblätter in Gebrauch gekommen, welche den hier gemachten Vorschlägen entsprechen und sie auch weiter ausbauen. Es ist unmöglich, sie hier alle anzuführen, um so weniger, als sie jeweils immer nur für bestimmte Zwecke nützen. So müssen auch in Zukunft alle Beobachtungsblätter immer wieder neu zusammengestellt und ergänzt werden, je nach den Zielen, welche die betreffende Untersuchung verfolgt. Nur als Beispiel

für die Anlage solcher Untersuchungsblätter sind hier folgende Beobachtungsblätter beigegeben:

- Somatologisches Beobachtungsblatt für Konstitutions- und Typenforschung nach R. MARTIN, Ausgabe 1921, neuere Ausgabe 1925 (a)  
 Somatologisches Beobachtungsblatt für Schulerhebungen nach R. MARTIN, Ausgaben 1921 und 1925; weißes Formular für Knaben, blaues Formular für Mädchen (b)  
 Beobachtungsblatt für rassenkundliche Erhebungen in Deutschland nach SALLER (1930). Auch für dieses Blatt wird eine unterschiedliche Papierfarbe je nach dem Geschlecht der Beobachteten verwendet (c)  
 Konstitutionsbogen nach E. HANHART, Ausgabe 1927 (d)  
 Kraniologisches Beobachtungsblatt nach R. MARTIN, Ausgabe 1914 (e), n. SALLER (1930) (f)  
 Beobachtungsblätter für Vaterschaftsgutachten nach SALLER (1954) (g)  
 a) für Blutgruppengutachten  
 b) für erbbiologische Gutachten  
 c) für Wirbelsäulenvergleich s. Angewandte Anthropologie.  
 Ferner sei auch auf die anthropologische Meßtafel nach v. EICKSTEDT (1926) hingewiesen.

Ehe man mit der metrischen oder deskriptiven Aufnahme beginnt, ist es notwendig, die allgemeinen Rubriken auf der ersten Seite des Beobachtungsblattes auszufüllen bzw. durch eine Hilfsperson ausfüllen zu lassen. Es sind die folgenden (vgl. diesem Buch beigelegten somatologischen Beobachtungsblätter):

**Nr.** = Laufende Nummer der Beobachtungsreihe.

**Nr. der Photographie** = Bezeichnung der Photographie, falls eine solche aufgenommen wurde, gemäß dem zu führenden Journal. Dieselbe Nummer muß auf die Platte bzw. den Film geschrieben werden.

**Ort und Tag der Beobachtung.** Beispiel: Zürich 1913, X. 22. Die angegebene Reihenfolge — Jahr, Monat, Tag —, die der üblichen Datierung entgegengesetzt ist, hat den großen Vorteil, bei wiederholter Beobachtung der gleichen Individuen (z. B. Kinder) die Anordnung der Beobachtungsblätter nach Jahr- bzw. Monatsgängen sehr zu erleichtern. Im Hinblick auf die Veränderung der Körpergröße innerhalb eines Tages empfiehlt es sich ferner, besonders auch bei Kindermessungen, noch die Stunde der Aufnahme hinzuzufügen, z. B. 1913, X. 22. 9. Auf Reisen muß man sich oft statt der genauen Ortsangabe mit einer einfachen geographischen Bezeichnung (Fluß, Berg usw.) begnügen.

**Name des Beobachters.** Diese Angabe ist wichtig, weil die Beobachtungsblätter als dauernde Dokumente aufbewahrt werden sollen, um auch noch für spätere Arbeiten benutzt zu werden. Außerdem erleichtert es die Arbeit, wenn etwa Kontrollen notwendig werden.

**Eigennamen.** Der Familienname ist stets vorzustellen, z. B. Schmidt, Heinrich.

**Stammesname.** Kommt nur bei fremden Völkern in Betracht, ist aber möglichst genau anzugeben. Mischlinge sind durch Anführung der beiden Rassenkomponenten — Vater an erster, Mutter an zweiter Stelle (z. B. Malayo-Papua) — zu charakterisieren. Bei europäischen Völkern notiere man die Nationalität.

**Geschlecht.** Bezeichnung: ♂ = männlich, ♀ = weiblich. Man erleichtert sich die Verarbeitung der Messungen von vornherein ganz erheblich, wenn man, wie oben bei verschiedenen Meßblättern angegeben, von vornherein die Farbe der Meßblätter in beiden Geschlechtern verschieden hält. Man kann sich auch so helfen, daß man im weiblichen Geschlecht jeweils ein anderes Eck des Meßblattes klappt als im männlichen.

**Alter.** Am besten verzeichnet man auf dem Meßblatt nur Geburtstag und Beobachtungstag, um dann das Alter später in Ruhe zu berechnen. Wichtig kann auch die Bestimmung nach der Gebißformel sein, doch wird man beachten müssen, daß rassenmäßige Unterschiede in der Durchbruchzeit der einzelnen Zähne bestehen. Die Gebißformel gibt daher eher vergleichbar Entwicklungs- als Lebensalter. In Jahren anzugeben, bei Kindern unter Beifügung des Monats: 10. III. = 10 Jahre 3 Monate. Dabei werden nur die zurückgelegten Monate gezählt. Kann das Alter nur schätzungsweise festgestellt werden, wie das bei den Naturvölkern häufig der Fall ist, so ist der Zahl ein ! beizufügen. Gewisse Zeremonien (Pubertätsfeste) oder äußere Ereignisse mannigfacher Art geben oft unterstützende Anhaltspunkte.

**Wohnort.** Augenblicklicher Aufenthaltsort.

**Geburtsort.**

**Soziale Stellung.** Sie ist besonders bei solchen Völkern und Stämmen wichtig, bei denen eine scharfe gesellschaftliche Schichtung vorkommt, da diese häufig auch einer morphologischen Gliederung entspricht. Auch die Beschäftigung bzw. der Beruf kann oft zur Erklärung somatischer Eigentümlichkeiten beigezogen werden.

**Religion.** Lutherisch, evangelisch, uniirt, reformiert, römisch-katholisch, griechisch-katholisch, altkatholisch, israelitisch, Buddhist usw.

**Aszendenz des Vaters und der Mutter.** Soll über weitere Abstammung Aufschluß geben. Es ist wichtig zu wissen, ob das Individuum der ansässigen Bevölkerung angehört oder von zugewanderten Eltern (Flüchtlingen) abstammt.

Nach Ausfüllung dieser Rubriken geht man zur Aufnahme entweder zuerst der deskriptiven oder der metrischen Merkmale über. Ersteres ist bei unkultivierten Stämmen und bei Kindern, deren Vertrauen man erst gewinnen muß, vorzuziehen.

### ß) Allgemeines über Messung und Beschreibung

**Art der Maße.** Die quantitativen Merkmale des menschlichen Körpers sind zunächst absolute oder Größenmerkmale.

Für die Morphologie kommen in erster Linie lineare Maße in Betracht, die wieder in direkt gradlinige, in projektivisch gradlinige (Sehnen) und in Kurven (Bogen) zerfallen. Unter einem direkten Maß versteht man die kürzeste Entfernung zweier Meßpunkte voneinander, unter einem projektivischen Maß dagegen die kürzeste Entfernung der senkrechten Projektion zweier Punkte auf einer bestimmten Ebene (Abb. 132). Da am menschlichen Körper viele Maße teils direkt,

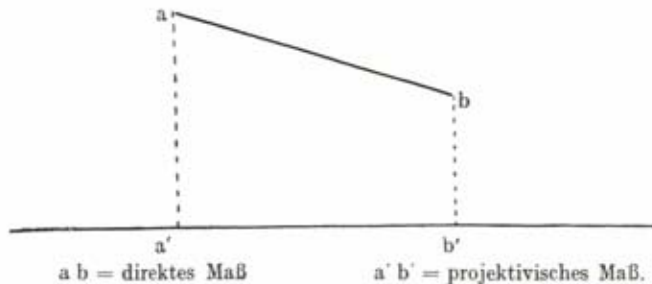


Abb. 132. Direktes und projektivisches Maß.

d. h. ohne Rücksicht auf eine Ebene, teils projektivisch genommen werden können, und da dieselben meistens verschieden und daher nicht vergleichbar sind, so ist bei jedem Maß stets anzugeben, auf welche Weise es genommen wurde.

Die am Körper festzustellenden Kurven sind meist Konvexitäten verschiedener Länge, ferner Umfänge und nur seltener Konkavitäten. Die Gewichtsbestimmung spielt sowohl beim kranken Körper als bei einzelnen Organen eine Rolle; Flächen und Volumenmessungen sind nur in beschränktem Maß und nur in der Morphologie zur Ausführung gelangt. Jedes Maß, d. h. jedes Größenmerkmal kann nur mit einer relativen Genauigkeit bestimmt werden, und zwar hängt die Größe des Beobachtungsfehlers bei jeder Messung von der Genauigkeit der Instrumente, der Beobachtungsgabe und Schulung des Untersuchers und der morphologischen Beschaffenheit des Objekts selbst ab. Für einige Maße des Kopfes und Schädels sind die zuverlässigen wahrscheinlichen Beobachtungsfehler an den entsprechenden Stellen dieses Buches angegeben.

Wichtiger als die absoluten sind oft die relativen oder Formmerkmale, die in Winkeln und Indices bestehen. Die ersteren kommen nur für bestimmte Körperteile in Betracht, die letzteren finden eine mannigfache Verwendung. Ausführ-



licheres darüber ist im statistischen Abschnitt des vorliegenden Buches gesagt worden.

**Orientierung: Terminologie.** Um eine einheitliche Terminologie in der Meßtechnik zu gewinnen, ist es notwendig, von der aufrechten Körperhaltung des Menschen auszugehen. Danach unterscheidet man drei Dimensionen oder Ausdehnungen: Eine vertikale, eine sagittale und eine transversale. Es lassen sich ferner nach diesen Dimensionen verschiedene Ebenen, die rechtwinklig aufeinander stehen müssen, sowohl durch den ganzen Körper wie durch einzelne Teile desselben legen. So spricht man von Horizontal-, Frontal- und Sagittalebene; unter den letzteren ist die Mediansagittal-Ebene (auch schlechthin Medianebene genannt) die wichtigste, da sie den Körper in zwei bilateral symmetrische Teile trennt.

Bei den Maßen wird die vertikale Ausdehnung als Höhe, die horizontal-transversale als Breite, und die horizontal-sagittale als Länge, in einigen Fällen auch als Tiefe bezeichnet. Sollen Verwirrungen vermieden werden, so wird man streng an diesen Bezeichnungen festhalten müssen. Nur für die Extremitäten, für einzelne isolierte Teile wie die Ohrmuscheln und die inneren Organe, ist der Sprachgebrauch davon abgewichen; hier sind auch Mißverständnisse viel weniger möglich.

Was die Bezeichnung der Lageverhältnisse der einzelnen Organe oder Organteile zueinander bzw. zu der Hauptachse des Körpers anlangt, so bediene man sich der üblichen anatomischen Termini.

Zur eigentlichen Orientierung des Körpers dient die Haupt- oder Prinzipalachse, die der Längenausdehnung des Rumpfes entspricht und die beim aufrecht stehenden oder gestreckt liegenden Menschen mit der Hauptachse der unteren Extremität zusammenfällt. Die Lage gegen den vorderen bzw. oberen Abschnitt des Rumpfes wird als kranial (rostral), diejenige gegen das hintere bzw. untere Ende als kaudal bezeichnet. Legt man durch die Hauptachse die Medianebene, so benützt man beim Menschen wie bei allen bilateral gebauten Tieren zur relativen Lagebezeichnung für die nahen Teile den Terminus medial, für die ferneren lateral, im speziellen dextral = rechtswärts und sinistral = linkswärts. Um die relative Beziehung zur kraniokaudalen Prinzipalachse auszudrücken, verwendet man die Termini proximal = näher der Hauptachse und distal = entfernter der Hauptachse. Diese Ausdrücke sind also nicht für die einzelnen Abschnitte der Extremitäten, sondern auch für die rings um die Hauptachse des Körpers oder eines Organes liegenden Regionen verwendbar.

**Beschreibung.** Auch die qualitativen Merkmale bedürfen einer genauen Präzision, denn gerade bei ihrer Beurteilung spielt die natürliche Veranlagung und Schulung des Beobachters eine wichtige Rolle, so daß man hier mit einem größeren subjektiven Beobachtungsfehler rechnen muß als bei den metrischen Aufnahmen. Eine größere Sicherheit kann nur durch die Aufstellung von Schemata erreicht werden, welche die Variationen eines einzelnen Merkmals in bestimmten Abstufungen wiedergeben und die Beschreibung so präzisieren, daß sie von der individuellen Auffassung möglichst unabhängig wird. Das Problem solcher Schemata ist freilich, daß sie möglichst biologisch sinnvoll, d. h. aus natürlichen (erbbedingten u. dgl.) Gegebenheiten des Materials heraus entwickelt, nicht unter Aufstellung irgendwelcher willkürlicher Kategorien in das Material hineingetragen sein sollen. Diese Bedingung ist für viele gebräuchliche Schemata nicht erfüllt und läßt sich für manche auch nicht erfüllen. Ein optimales Schema ist aber grundsätzlich in jedem Fall mindestens anzustreben.

Im übrigen sei hinsichtlich der allgemeinen Methoden der somatischen Anthropologie ausdrücklich auch auf den Abschnitt „Methoden der Messung und Beschreibung“ bei den „Allgemeinen Methoden der Anthropologie“ verwiesen. Die

hier gegebenen besonderen somatologischen Methoden sind auf dieser allgemeinen Methodik aufzubauen.

## b) Morphologische Methoden

Zur Erfassung der äußeren Gestalt des Menschen (Morphologie) hat die Anthropologie eine Reihe besonderer Methoden entwickelt und gebraucht sie seit Jahrzehnten. Sie hat dabei über die Anatomie hinaus, welche die Morphologie des Menschen im engeren Sinne darstellt, ein besonderes Gebiet der menschlichen Forschung erschlossen und die „vergleichende Anatomie“ gewissermaßen in die Lehre vom Menschen hinein weitergeführt. Zusammen mit den Methoden einer physiologischen Anthropologie und in der Konstitutionslehre gewinnen die morphologischen Methoden der Anthropologie besondere Bedeutung, indem sie die Zusammenhänge von Form und Funktion beim Menschen der Deutung und damit vielfach auch praktischen ärztlichen Maßnahmen erschließen.

### α) Besonderes anthropologisches Instrumentarium

	Seite
Anthropometer und Stangenzirkel	285
Anthropometer mit Fußbrett zur Messung am Liegenden an der Leiche	286
Ansatzstück zum Somatometer zum Messen der Beinlänge und Ohrhöhe des Kopfes	287
Apostasimeter nach S. SERGI	288
Augenfarbentafel nach R. MARTIN / K. SALLER, BERTILLON, B. K. SCHULTZ, TISSERAND	399
Aufsetzlinie für den Taster nach D. BLACK	281
Bandmaß	289
Bathometer nach K. M. FÜRST	293
Cykloimeter nach	294
Diagraph	172
Diopetrograph	170
Diopetrograph nach TH. MOLLISON	172
Dynamometer	279
Fußplatte zum Anthropometer	286
Gleitzirkel, 250 mm Meßbereich	283
Gleitzirkel mit verschiebbaren Meßarmen nach R. PÖCH	284
Gleitzirkel zur Messung an Kleintieren nach K. SALLER	284
Gnathometer nach v. TÖRÖK	293
Goniometer oder Winkelmesser, Ansteckgoniometer nach MOLLISON	290
Großer Kubuskraniophor nach R. SCHWARZ	304
Goniometer nach G. BACKMAN	299
Haarfarbentafel nach E. FISCHER / K. SALLER, TISSERAND, B. K. SCHULTZ	391/392
Hand- und Fußabdruckutensilien mit Beobachtungsblatt	
nach O. SCHLAGINHAUFEN	174/390
Hautfarbentafel nach v. LUSCHAN, nach G. FRITSCH, nach P. BROCA, nach A. HINTZE, nach B. K. SCHULTZ	387/389
Hautdickenmesser (Einstechnadel)	390
Horizontiernadel (Höhenreißer)	297
Instrumententasche	308
Instrumentarium zur Messung der Schädelkapazität	439
Kephalograph nach E. LANDAU	169
Kleiner Kubuskraniophor nach R. SCHWARZ	299
Knochenmeßbrett	302
Knochenmeßbrett nach H. A. RIED	303
Knochenstativ	301
Knochenhalter nach G. WETZEL	306
Koordinatenzirkel	289
Kraniophor nach TH. MOLLISON	299
Kraniostat nach J. RANKE	300
Kraniostat nach K. OGUCHI	301
Kubuskraniophor	296
Kubuskraniophor nach K. SALLER	298
Kugelpolarplanimeter	306
Mandibulometer nach P. HAMBRUCH	293



	Seite
Marmorplatte mit 4 Calandrierschrauben und 2 Briden	296
Meßbrett zur Untersuchung Neugeborener nach A. H. SCHULTZ	310
Meßzirkel zur Bestimmung von Innenmaßen nach WEINERT	294
Millimeterrädchen	290
Ohrhöhenmesser nach K. E. SCHREINER	287
Ohrhöhenadel zum Stangenzirkel	287
Orbitometer	295
Palatometer, neue Form	293/295
Parallelograph	304
Parallelometer nach B. K. SCHULTZ	288
Personenwaage	278
Prosopometer nach H. VIRCHOW	295
POSNANSKY'S Libelle zum Anthropometer	286
Radiometer nach CUNNINGHAM	288
Reißzeugzirkel	295
Röhrenkranio-phor	298
Somatometer nach MOLLISON	286
Schädelhalter nach P. BROCA	300
Schädelschale	296/299
Schädelstativ mit Scharnier	301
Schädelstativ für Sammlungszwecke	156/301
Schädelzange	286
Stahlbandmaß	289
Stahlnadel	305
Stangenzirkel	287
Stativgoniometer (Winkelmesser)	291
Stechzirkel für Messungen an Kleintieren nach K. SALLER	283
Tasterzirkel, 300 mm Meßbereich, für lebende Objekte und Schädel	279
Tasterzirkel für Messungen an Kleintieren nach K. SALLER	282
Tasterzirkel, 600 mm Meßbereich, für lebende und osteometrische Objekte	282
Tiefenmesser nach CH. DAVENPORT	289
Trigonometer nach K. M. FÜRST	293
Tropometer nach G. BACKMAN	304
Universalhalter nach G. WETZEL	301
Verbessertes Mandibulometer nach D. BLACK	293
Verifikator, gebräuchlich für Maße von 10, 20, 30, 50, 100 mm	307
Voluminometer	306
Waage	287

Alle anthropologischen Instrumente müssen genau gearbeitet sein und sollen sowohl im Laboratorium als auch auf Reisen in allen Zonen und Klimaten gebraucht werden können. Daher ist bei ihrer Konstruktion nicht nur auf das zu verwendende Material, sondern auch auf Handlichkeit, Gewicht, Zerlegbarkeit, Tragbarkeit usw. Rücksicht zu nehmen. Nicht der Preis, sondern die gute Ausführung entscheidet bei der Anschaffung eines Apparates, denn nur mit guten Instrumenten können genaue und brauchbare Beobachtungen ausgeführt werden. Sämtliche neueren Instrumente besitzen eine Millimeterskala bzw. Gradeinteilung, so daß das Ablesen nur in ganzen Millimetern bzw. Graden möglich ist. Eine größere Genauigkeit, d. h. ein Ablesen von Bruchteilen von Millimetern ist im Hinblick auf die physischen Eigenschaften der zu messenden größeren Objekte nur selten notwendig.

Als Lieferfirmen für die genannten Instrumente kommen beim gegenwärtigen Stand in Frage (Preise auf Anfrage):

Abawerk G. m. b. H., Aschaffenburg (Deutschland);

Siber, Hegner & Co. Ltd. Zürich, Talstr. 14 (Schweiz);

83 Madison-Avenue, New York 16, N. Y. New York-Office;

Shanghai Office: P. O. Box 408, Shanghai.

Dazu kommen verschiedene Sonderfirmen, welche Einzelinstrumente anfertigen. Derartige Sonderfirmen sind, soweit bekannt, im Text bei dem entsprechenden Instrument angegeben.



Zur Bestimmung des Körpergewichts findet die Waage Anwendung. Für anthropologische Zwecke kommt nur die sog. Personenwaage mit Laufgewichts-anordnung in Betracht, die in verschiedener Ausführung mit Standbrücke oder Stuhl hergestellt wird. Einfache Dezimalwaagen sind auch verwendbar, erfordern aber bei Massenuntersuchungen durch das beständige Auswechseln der Gewichte sehr viel Zeit. Man wählt am besten Laufgewichtswaagen von 200 kg Wiegekraft, die amtlich geeicht sind. Die an den Wiegehebeln verstellbaren Laufgewichte müssen immer genau in die Kerben oder auf die Teilstriche der Skala eingestellt werden. Von Zeit zu Zeit, besonders aber nach einer Ortsveränderung, muß die Genauigkeit der Waage nachgeprüft werden, wobei man am besten nach den Vorschriften der Eichämter vorgeht. Das zur Kontrolle erforderliche Normalgewicht sollte mindestens  $\frac{1}{10}$  der Tragfähigkeit der Waage, also ca. 20 kg wiegen. In Ermangelung eines Gewichts kann man auch genau bestimmte Steine oder kleine mit Steinen gefüllte Kästchen verwenden. Gibt man einer auf der Waage stehenden Person ein 100-g-Gewicht in die Hand, so muß die Waage einen entsprechenden Ausschlag zeigen. Zur richtigen Aufstellung der Waage bediene man sich des Senkbleis und der Wasserwaage und achte vor allem darauf, daß das zu wiegende Individuum sich genau auf die Mitte der Fußplatte stellt. Hat man an verschiedenen Orten (z. B. in Schulhäusern usw.) oder auf Reisen Wägungen vorzunehmen, so muß man sich einer transportablen Waage bedienen.

Für anthropologische Zwecke nicht verwendbar sind Zeigerwaagen, die das Gewicht durch das Zusammendrücken einer Feder oder durch Pendelausschlag anzeigen.

Auf Reisen kann man zum selben Zweck wie die Waage auch ein *D y n a m o - m e t e r* benutzen, das nicht nur eine Druck-, sondern auch eine Zugskala besitzt. Ein solches Dynamometer besteht aus einer Stahlelipse, die mit einem Zeigerwerk in Verbindung steht. Jede Veränderung der beiden Achsen wird auf einer Skala angezeigt und kann an einem stehenbleibenden Zeiger abgelesen werden.

Zur direkten Messung gerader Linien dienen folgende Instrumente:

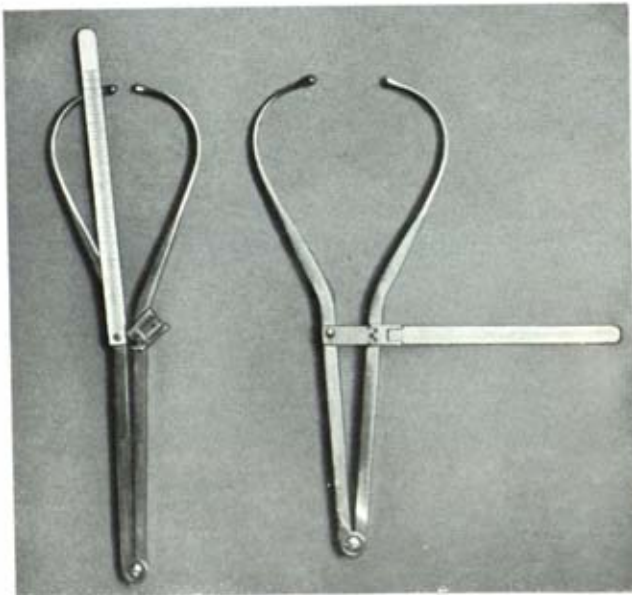


Abb. 133. Tasterzirkel.

1. Der Tasterzirkel (Abb. 133), besonders für die Ausführung direkter Maße des Kopfes geeignet. Er besteht aus zwei durch ein Gelenk verbundenen Stahlschenkeln, die in ihrem oberen Abschnitt gebogen und mit knöpfchenförmig abgerundeten Enden versehen sind. Für Schädelmessungen kann man einen Taster mit zugespitzten Enden verwenden. Der eine Schenkel trägt den Drehpunkt eines mit Reduktionsteilung versehenen Lineals, welches in einem am anderen Schenkel drehbar angebrachten Führungskästchen mit Index hin und hergleitet. Die maximale ablesbare Distanz der Zirkelspitzen beträgt 300 mm. Die Ablesung erfolgt an der geschärften Kante des Index (Abb. 133 a). Eine kleine Schraube an der Unterseite des Führungskästchens gestattet ein Feststellen der Zirkelarme in jeder Lage und damit eine Kontrolle des abgelesenen Maßes.

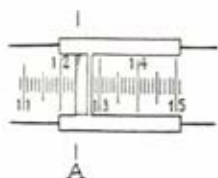


Abb. 133 a). Ablesung der Maßzahl am Tasterzirkel.  
(Aus: SCHLAGINHAUFEN, 1927.) A = Kante des Index, wo die Ablesung erfolgt.

Vor Beginn einer Messung öffnet man den Taster, indem man die beiden Arme desselben auseinanderzieht und das mit Reduktionsteilung versehene Lineal in den Schieber einführt. Die Schraube dieses Schiebers wird dann so gestellt, daß eine ganz kleine Drehung genügt, um das Lineal zu fixieren. Man gewöhne sich an eine stets gleichbleibende Handhabung des Instruments und vermeide jede unnötige und entbehrliche Manipulation, da sie sich bei Massenmessungen summiert und einen unnützen Zeit- und Kraftaufwand bedeutet.

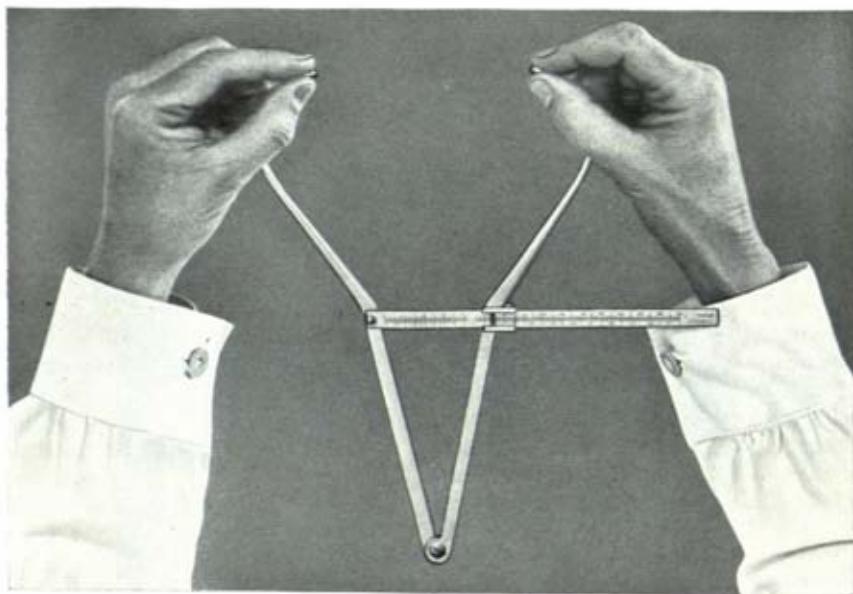


Abb. 134. Haltung des Tasterzirkels.

Bei der Messung faßt man die Zirkelarme an ihren vorderen Enden mit beiden Händen, so daß der Daumen auf die obere, der Zeigefinger auf die untere Seite der abgerundeten Zirkelenden zu liegen kommt (vgl. Abb. 134). Mit diesen Enden berührt man dann die Meßpunkte, indem man mit den vorderen Enden von Daumen bis Zeigefinger das Instrument an das Objekt anlegt und gleichzeitig festhält. Auf diese Weise

bestimmt man auch die vielfach erst durch die Messung festzustellenden Punkte, indem man mit Zirkelspitze und Fingerenden zugleich den Kopf entlang fährt.

Will man z. B. die größte Kopflänge messen, so legt man die eine Zirkelspitze zwischen Daumen und Zeigefinger der linken Hand ruhig und ohne Druckanwendung auf die Glabella auf und fährt mit der anderen Zirkelspitze langsam in der Median-sagittalebene am Hinterkopf auf und nieder, indem man mit den Augen den auf dem Maßlineal hin und her gleitenden Index des Führerkästchens verfolgt. Hierauf liest man die höchste gefundene Zahl ab. Will man sich von der Richtigkeit der Messung überzeugen — und dies ist wenig Geübten sehr zu empfehlen — so stellt man durch Drehung der kleinen Schraube das Lineal bei der gefundenen Zahl fest und macht nun mit dem festgestellten Instrument Kontrollmessungen. Gleitet jetzt das Instrument ohne zu berühren am Hinterhaupt entlang, so muß man es 1 mm enger stellen; sitzt es umgekehrt an einer Stelle fest, so muß man 1 mm zugeben. Der Beobachtungsfehler beim Tasterzirkel ist mit  $\pm 1$  mm anzusetzen.

Beim Messen der Kopfbreite fahre man mit beiden Zirkelspitzen in Zickzacklinien an den Seiten des Kopfes auf und ab, bis auf der Maßskala die höchste Zahl erreicht ist. Auf diese stelle man den Index des Führerkästchens fest und kontrolliere die Messung, wobei besonders darauf zu achten ist, daß das Scharnier des Instruments in die Medianebene des zu untersuchenden Kopfes zu liegen kommt.

Bei den meisten Kopfmaßen soll die Haut nicht zusammengepreßt, sondern nur mit den Spitzen des Instruments berührt werden. Eine Feststellung der Schädelmaße durch die Kopfhaut hindurch ist nicht Aufgabe der Kephalometrie und überhaupt praktisch undurchführbar.

Um den Tasterzirkel zusammenzulegen, wird er ganz geöffnet, wobei das Lineal aus dem Führungsschieber austritt und, nach oben geklappt, sich zwischen die beiden Zirkelschenkel legt (Abb. 133).

D. BLACK (Peking) hat zum leichteren Ablesen der Skala am Tasterzirkel eine Linse (plano-konvexer Kronglaszylinder) in einem Metallrahmen konstruiert, die leicht auf den Nonius aufgesetzt und wieder abgenommen werden kann. Dieses kleine Hilfsmittel erleichtert das genaue Ablesen der Zahlen außerordentlich.

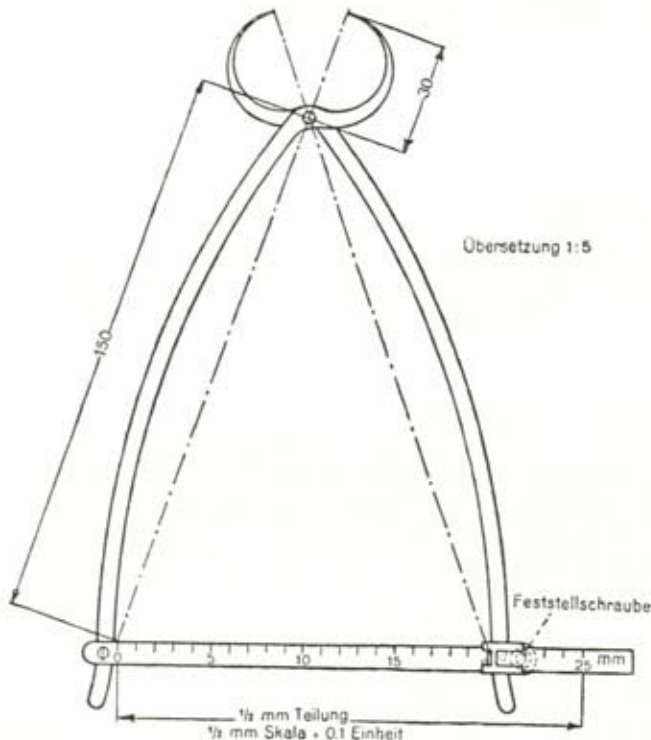


Abb. 135. Tasterzirkel.  $\frac{1}{2}$  nat. Größe.



Für die Messung größerer Dimensionen, z. B. der Brustdurchmesser und gewisser Beckenmaße verwende man einen Taster in entsprechend vergrößertem Maßstab.

1a. Der Tasterzirkel, große Form, wird genau wie der kleine Taster sowohl mit runden wie mit spitzen Enden hergestellt mit einem Meßbereich von 600 mm, der bei Serienmessungen gute Dienste tut. Will man aus Gründen der Sparsamkeit nur die Tasterzirkelarme anschaffen, so muß man diese stets von neuem an den Stangen-zirkel (s. unten Nr. 4) anstecken, was man sich nur bei genügender Zeit erlauben kann. Hingegen läßt ein zweiter Stangen-zirkel mit angesteckten Tasterarmen ein gleich rasches Arbeiten zu, nur ist in einem solchen Fall die Beschaffung eines großen Tasterzirkels vorzuziehen.

Zur Messung kleiner Strecken, vor allem auch bei den Laboratoriumsversuchs-tieren im Rahmen einer experimentellen Anthropologie, sind auch kleinere Taster mit größerer Meßgenauigkeit im Handel.

1b. Ein Tasterzirkel zur Messung kürzerer Strecken nach SALLER (Abb. 135). Der Zirkel ist nach dem Prinzip der Zange mit zwei sich überkreuzenden Armen konstruiert, derart, daß die beiden Arme durch den Kreuzungspunkt im Verhältnis 1:5 geteilt werden. Die Enden der beiden kürzeren (halbkreisförmigen) Hebelarme sind stumpf, so daß auch Weichteile gemessen werden können. Am Ende eines langen Hebelarms ist der Drehpunkt des mit  $\frac{1}{2}$ -mm-Einteilung versehenen Maßstabs angebracht, an dem eine Maximalentfernung der beiden kürzeren Hebelarme von 25 mm abgelesen werden kann. Infolge der Übersetzung entspricht  $\frac{1}{2}$  mm des Maßstabs  $\frac{1}{10}$  mm zwischen den beiden kürzeren Hebelarmen. Am zweiten langen Hebelarm ist ein Führungskästchen mit Index angebracht, durch das das freie Ende des Maßstabs läuft. Hier erfolgt die Ablesung. Maßstab und Hebelarm können durch eine an der Unterseite des Führungskästchens angebrachte Schraube festgestellt werden.

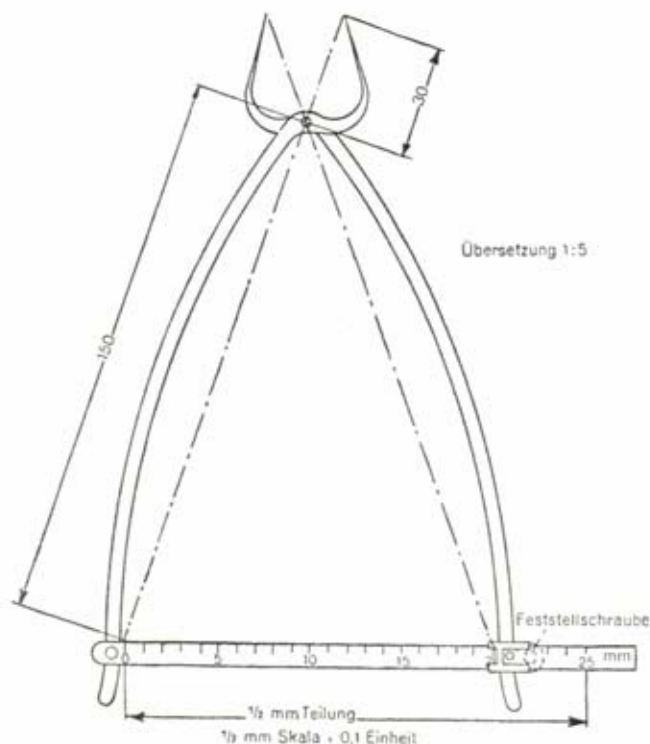


Abb. 136. Stechzirkel.  $\frac{1}{2}$  nat. Größe.

1c. Der **Stechzirkel** nach SALLER (Abb. 136) ist konstruiert wie der Tasterzirkel; seine kürzeren Hebelarme sind scharf zugespitzt und laufen so zusammen, daß sie auf einer 15–25 qmm großen Fläche etwa senkrecht aufstehen. Das hat den Vorteil, daß die Messung zweier in einer Ebene gelegenen genau bestimmten Punkte durch Aufsetzen der Zirkelspitzen ermöglicht wird.

Beide Instrumente werden auch mit einer Übersetzung von 1 : 2,5 mit dann entsprechend nur 25facher Übersetzung für etwas größere Ausmaße hergestellt.

Schließlich werden für Schädelinnenmessungen auch Tasterzirkel mit sich kreuzenden Schenkeln, in verschiedener Größe, verwendet (vgl. Nr. 9).

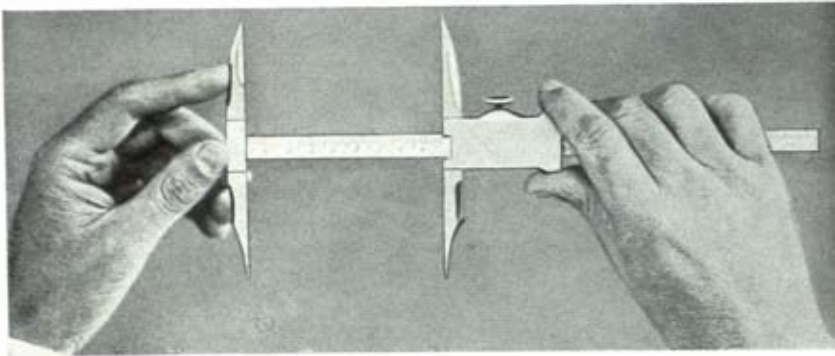


Abb. 137. Haltung des Gleitzirkels.

2. Der **Gleitzirkel** (Abb. 137). Er besteht aus einem 25 cm langen, beidseitig mit Millimereinteilung versehenen Stahllineal, an dessen Nullpunkt rechtwinklig dazu ein 12 cm langer Querarm mit einem spitzen und einem stumpfen Ende befestigt ist. Ein zweiter, gleichgebauter Arm ist an einem Schieber, der auf dem Stahllineal hin- und hergeschoben werden kann, angebracht. So stellt der Gleitzirkel also ein rechtwinkliges Projektionsinstrument dar; die Distanz der Zirkelspitzen kann direkt an der abgeschrägten Seite des Schiebers abgelesen werden. Auch an diesem Instrument erlaubt eine kleine Schraube die Fixierung des Schiebers und dadurch die Kontrolle des Maßes. Für die Messungen am Lebenden finden nur die stumpfen Enden des Instruments Verwendung.

Zur Vornahme der Messungen faßt man das Lineal des Zirkels mit der rechten Hand, indem man den Daumen und evtl. auch den Zeigefinger auf die vorstehenden Flügel des Schiebers legt. Durch eine leichte Bewegung dieser Finger erreicht man dann

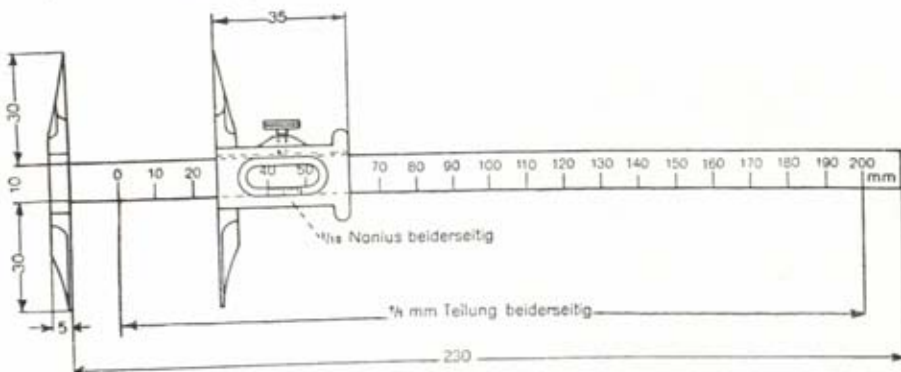


Abb. 138. Gleitzirkel mit Nonius.  $\frac{1}{2}$  nat. Größe.

ein Gleiten des Schiebers. Um das Instrument während des Messens recht ruhig zu halten, legt man den festen Querarm an einen Finger oder den Daumenballen der linken Hand an und sucht für die letztere irgendwo eine Stütze an dem zu messenden Individuum. Bei der Messung der Nasenbreite z. B. legt man die linke Hand an die rechte Wange des Individuums und bekommt auf diese Weise einen festen Stützpunkt für den Gleitzirkel. An dem neueren Modell des Gleitzirkels befindet sich auch noch, am freien Ende des Lineals beginnend, eine Millimetereinteilung von 1—40 zur Messung der Nasentiefe (Maß Nr. 22). Der Beobachtungsfehler für den Gleitzirkel beträgt  $\pm 0,5$  mm.

2a. Ein kleinerer Gleitzirkel mit Nonius nach SALLER (Abb. 138) entspricht im Prinzip dem MARTINSchen Gleitzirkel, nur ist er etwas kleiner, und in ein Schiebekästchen ist ein Nonius zur Ablesung von  $\frac{1}{10}$  mm eingelassen. Das Ablesen erfolgt an dem Nullpunkt des Nonius. Auch dieses Instrument ist zur Messung kleinerer Strecken, insbesondere an Kleintieren gedacht.

2b. PÖCH (erwähnt bei WENINGER 1918) ließ für Untersuchungen in Gefangenenlagern einen Gleitzirkel mit verschiebbaren Armen anfertigen, der zur Messung direkter und projektivischer Strecken des Gesichts dient.

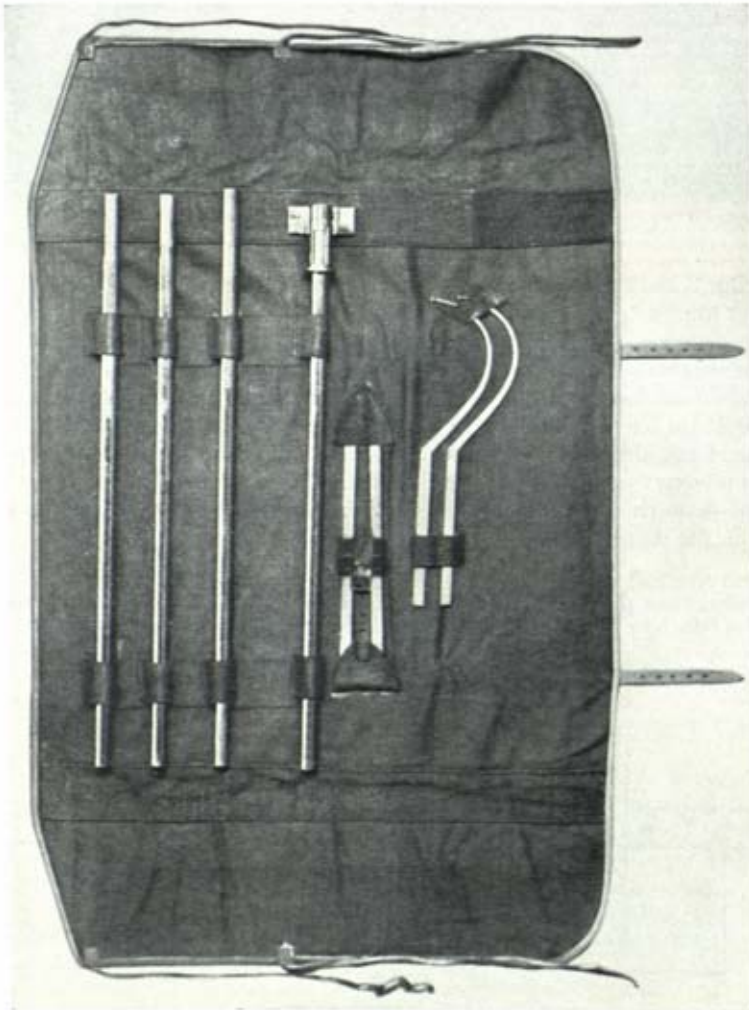


Abb. 139. Anthropometer in geöffneter Segeltuchtasche.



3. Das Anthropometer oder der Höhenmesser in Kombination mit dem Stangenzirkel (s. unten Nr. 4) (Abb. 139). Dieses Instrument ist für die Ausführung projektivischer Messungen am Körper bestimmt; es eignet sich daher für die Feststellung aller Höhenmaße des ganzen Körpers, die ja fast ausschließlich in Projektion auf die vertikale Prinzipalachse gemessen werden. Das Anthropometer besteht aus einem in vier Teile zerlegbaren Hohlstab aus Metall, der eine Millimetereinteilung von 0—2000 mm besitzt. An diesem Hohlstab gleitet in sicherer Führung ein Metallschieber mit einer horizontal verschiebbaren, an einem Ende spitz zulaufenden und ebenfalls eingeteilten Stahl-lineal. In dem Schieber ist ein Fenster ausgeschnitten, an dessen Ober-rand, der mit der Spitze des Stahl-lineals in einer Horizontalen liegt, die Höhe irgendeines Körperpunktes über der Stand- oder Sitzfläche abgelesen werden kann. Das Stahl-lineal muß also so in den Schieber eingesteckt werden, daß seine Spitze nach unten gerichtet ist.

Beim Messen stellt man sich mit dem Anthropometer zunächst in die Mediansagittal-Ebene des zu messenden Individuums, dann an dessen rechte Seite, indem man das Instrument senkrecht mit der rechten Hand an dem unteren Ring des Schiebers festhält. Um den letzteren während des Messens verschieden hoch zu stellen, d. h. auf- und abwärts zu schieben, drückt man nur mit dem Daumen der rechten Hand den Schieberring etwas nach oben oder zieht ihn herab, während die Hand leicht unterhalb des Schiebers um das Anthropometer gelegt ist und den Bewegungen des Daumens folgt. Die linke Hand sucht die Meßpunkte am Körper und wird nur zur Horizontalverschiebung des Stahl-lineals benützt.

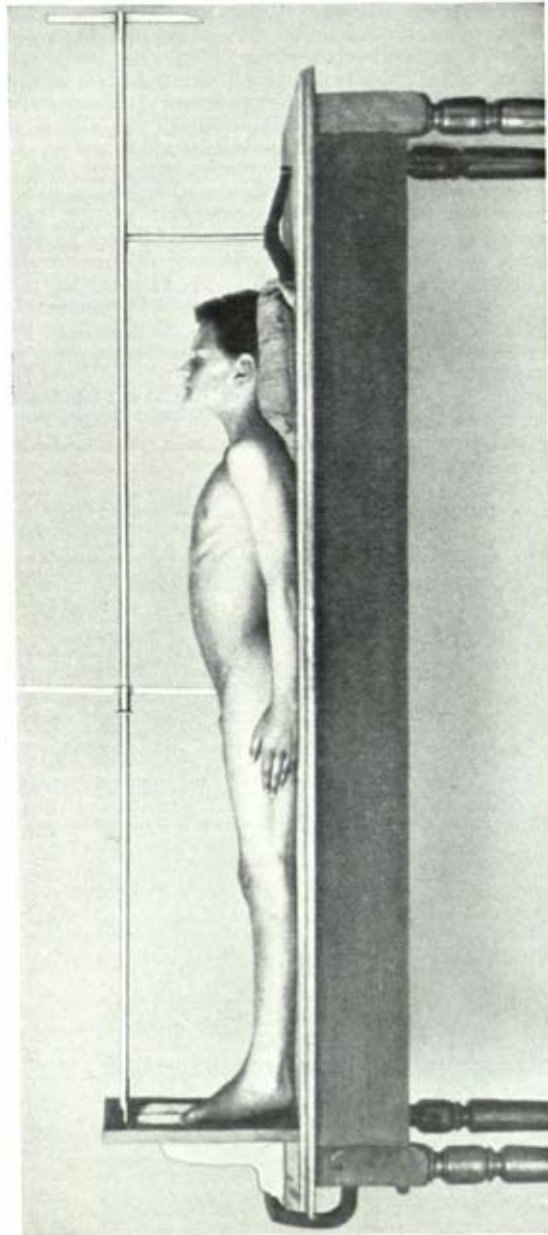


Abb. 140. Anthropometer zur Messung Liegender verwendet.

Nach einiger Übung wird das Anthropometer in der Regel mit Leichtigkeit vertikal gehalten. Wenn dies dauernd schwerfällt, der kann sich eine kleine Wasserwaage an dem Stahllineal anbringen lassen; POSNANSKY (1913) hat eine Libelle konstruiert, eine kleine doppelte Wasserwaage, deren Achsen senkrecht aufeinander stehen und die mittels zweier Klammern an irgendeiner Stelle des Anthropometers angebracht wird, wo sie leicht verschiebbar ist. Dieses handliche Hilfsmittel ist der Fußplatte vorzuziehen. Oder man bedient sich einer metallenen Fußplatte, in die das Anthropometer gesteckt wird und die unter Umständen sogar auf dem Boden in einem Holzbrett festgeschraubt werden kann. Letzteres ist allerdings unpraktisch, da es vorteilhafter ist, das Anthropometer gelegentlich zu verstellen, als das Individuum zugunsten eines feststehenden Maßstabes sich herumdrehen zu lassen. In letzterem Falle sind Veränderungen in der Körperhaltung und daher Ungenauigkeiten in der Messung nicht zu vermeiden.

Das Anthropometer kann auch zur Messung liegender Individuen und zu Leichenmessungen verwendet werden (Abb. 140). Zu diesem Zweck läßt man sich ein 35 cm hohes und 50 cm breites Brett mit einem Fensterausschnitt von 30 mal 22 cm herstellen. An das untere Ende desselben wird eine 10–12 cm breite Holzleiste angeschraubt und die beiden Teile noch durch zwei seitliche Stützen fest verbunden. Oberhalb des Fensters wird in 30 cm Höhe vom Unterrand des Brettes eine halbe Metallöse in horizontaler Lage angebracht, in die das untere Ende des Anthropometers gelegt werden kann, so daß der Nullpunkt des Maßstabes der Brettfläche entspricht. Dieses Brett wird mittels Holz- oder Eisenzwingen fest an einen Tisch angeschraubt und das Individuum so auf den letzteren gelegt, daß es mit der Sohlenfläche seiner Fersen fast an dem unteren Rand anliegt. An das Kopfende stellt man dann eine in einen Eisenfuß

eingelassene Stahlstange, die an ihrem oberen Ende in 30 cm Höhe von der Tischfläche eine horizontal liegende entsprechende halbe Metallöse von 6 cm Länge trägt. Legt man das Anthropometer horizontal in die beiden Ösen, so liegt es in der Mediansagittal-Ebene des Individuums, und man kann durch Verschiebung des Schiebers und des Stahllineals die Höhe eines jeden Körperpunktes über der Fußplatte feststellen. Um auch extrem seitlich gelegene Punkte des Körpers mit der Spitze des Stahllineals berühren zu können, ist es vorteilhaft, sich eines Stahllineals von 45 cm Länge zu bedienen, oder seitlich am Fußbrett sich noch eine zweite Metallhülse anbringen zu lassen, wodurch eine seitliche Lagerung des Anthropometers (natürlich stets parallel zur Prinzipalachse des Körpers) ermöglicht wird.

Am liegenden Probanden wird auch mit der „Table anthropométrique universelle“ (VERDUN) gemessen, einem komplizierten Meßtisch, der mit verschiedenen Instrumenten zusätzlich ausgerüstet ist, um Längen-, Tiefen- und Breitenmaße des Körpers zu bestimmen.

3a. Als Ersatz für das Anthropometer wurde ein Somatometer (MOLLISON) angegeben. Es besteht aus der Vereinigung eines biegsamen Stahlbandmaßes (Flexometer) mit einem aus 2 Teilen zusammengesetzten Querstab, der durch eine eingesetzte Wasserwaage seine horizontale Lage genau beurteilen läßt.

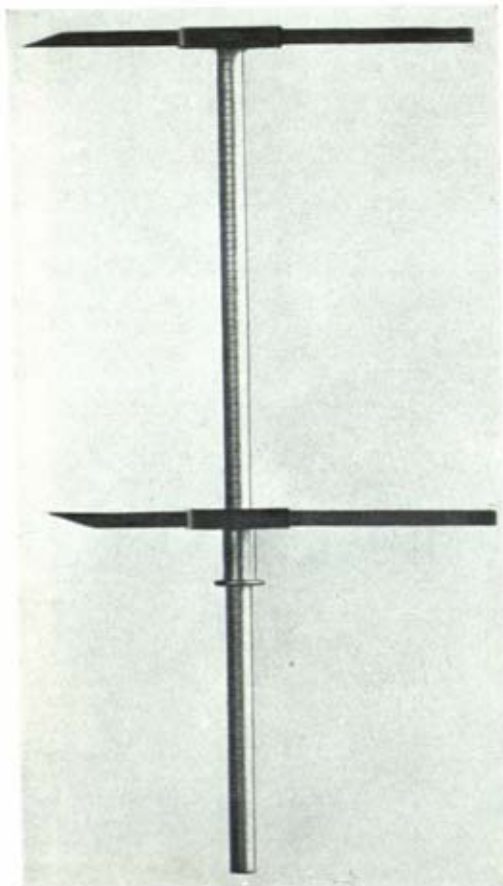


Abb. 141. Stangenzirkel.



Das Nullende des Flexometers wird in ein Fußstück eingefügt, das auf dem Boden ruht. Die rechte Hand führt den Querstab, die linke kontrolliert den Meßpunkt. Zur Messung der Spannweite wird das Fußstück umgesteckt. Es nimmt in seiner Höhlung den rechten Mittelfinger des zu Messenden auf, so daß der Messende beide Hände frei hat, um die Lage der linken Mittelfingerspitze zu kontrollieren. Ein Endstück zum Somatometer (S. ERHARDT) ermöglicht die Messung auch der Extremitätenabschnitte. Dabei wird der Querarm des an das Nullende des Flexometers angesteckten Endstückes in dem einen Meßpunkt angelegt, der Querstab des Somatometers in den anderen Meßpunkt. Da die Ableseskala des Querstabs für die Kante eines dünneren und hier nicht benutzten Endstückes bestimmt ist, muß von dem abgelesenen Maß 1 mm abgezogen werden. Auch ein Ansatzstück zum Messen der Armlänge und der Ohrhöhe des Kopfes wird nach S. ERHARDT (1934) zum Somatometer geliefert.

4. Mit dem Anthropometer genannter Konstruktion ist noch der Stangen-zirkel (vgl. Abb. 141) kombiniert. Er dient zur Abnahme von Körperbreiten, Extremitätenlängen, sowie zu projektivischen Kopf- bzw. Schädelmessungen. Zu diesem Zweck ist an den beiden oberen Stabteilen des Anthropometers gegenüber der ersten eine zweite Millimeterskala angebracht, die am oberen Ende mit Null beginnt und bis 950 mm fortgeführt ist. Ferner befindet sich am freien Ende des ersten Stabteiles eine Hülse, in die ein zweites horizontal verschiebbares Stahl-lineal (Spitze nach abwärts) eingesteckt werden kann. Um das oberste oder die beiden oberen Teilstücke des Anthropometers als Stangenzirkel benützen zu können, muß man das Stahllineal des Schiebers umkehren, so daß Spitze gegen Spitze sieht. Auf der Skala wird dann am Oberrand des Schiebers die jeweilige Entfernung der beiden Linealspitzen, welche die Meßpunkte berühren, abgelesen. Je nachdem die beiden Stahllineale gleich oder verschieden lang sind, können direkte oder projektivische Messungen vorgenommen werden. In letzterem Fall bilden die beiden Stahllineale zwei rechtwinkelige Ordinaten, der Anthropometerstab die Abszisse, auf welche die beiden Endpunkte der zu messenden Linie projiziert werden. Der Stab muß natürlich immer in einer bestimmten Ebene, entweder vertikal oder horizontal, gehalten werden.

4 a. An Stelle der beiden Stahllineale können Tasterzirkelarme (Abb. 142) in die beiden Hül-sen des Stangenzirkels eingesetzt werden (z. B. zur Mes-sung des sagittalen Brustdurchmessers), wodurch der große Tasterzirkel entbehrlich wird.

4 b. Zur Messung der Ohrhöhe des Kopfes kann man der größeren Genauigkeit wegen an dem oberen Stahllineal noch eine sogenannte Ohrröhren-nadel anbringen. Sie besteht aus zwei rechtwinklig zueinander-gestellten Stahlnadeln, die in einem kleinen Schieber befestigt werden, der seinerseits von oben her auf das obere Lineal des Stangenzirkels fest aufgesetzt wird. Da die Ebene der Stahlnadel parallel zu dem Stangenzirkel und senkrecht zum Stahllineal steht, so ist dadurch, wenn die Stahlnadel in der Mediansagittal-Ebene des Kopfes verläuft, auch die vertikale Haltung des Instruments garantiert.

4 c. Einen brauchbaren Ohrröhren-messer (Abb. 143) hat K. E. SCHREINER (1949) konstruiert. Er entspricht im Prinzip dem Radiometer und verwandten Instrumenten und bestimmt die Ohrhöhe an einem Mittelstab als Abstand von den seitlich in die Ohröffnun-gen eingeführten Linealen.

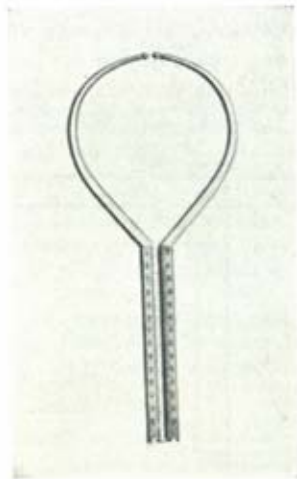


Abb. 142.  
Lineale mit Tastern.

Nach Gebrauch, und besonders auch zum Trans-  
port, wird das Anthropometer in seine 4 Teile zerlegt und diese samt den beiden  
Stahllinealen in ein Segeltuchetui verpackt. Der Vorteil des genannten Instruments  
besteht darin, daß es zu verschiedenen Messungen gebraucht und so die Anschaf-  
fung mehrerer Instrumente vermieden werden kann.



In Schulen, oder wo es sich nur um die Messung der Körpergröße handelt, genügt anstatt des Anthropometers ein einfacher Meterstab von 2 m Länge, den man an eine vertikale Wand, gegen die das zu messende Individuum mit seinem Rücken gestellt wird, anbringt. Mit einem etwas breiten Holzwinkel fährt man dann an der Wand dem Meterstab entlang abwärts, bis die horizontale Seite des Winkels den Scheitel berührt.

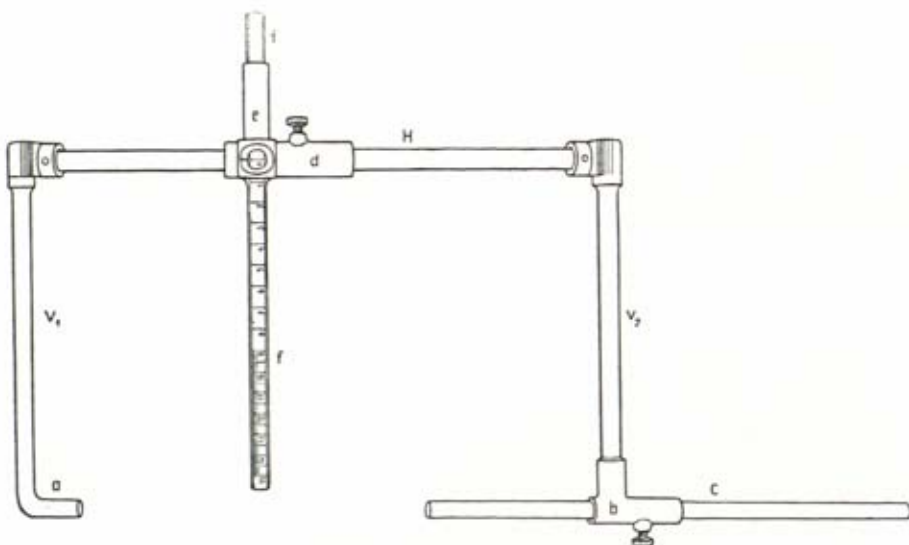


Abb. 143. Ohrhöhenmesser nach K. E. SCHREINER.

5. Aus dem Stangenzirkel ist auch das Radiometer (Abb. 144) hervorgegangen, das, nach der Konstruktion von BUSK (von ihm Kraniometer genannt), CUNNINGHAM, BROWNE und GRAY am meisten in England Verwendung findet. An den freien Enden der beiden Lineale sind konische Pflöcke angebracht, die in die Ohren eingesteckt werden. Im Prinzip entspricht dem auch der Apostasimeter nach S. SERGI (CORRENTI 1950).

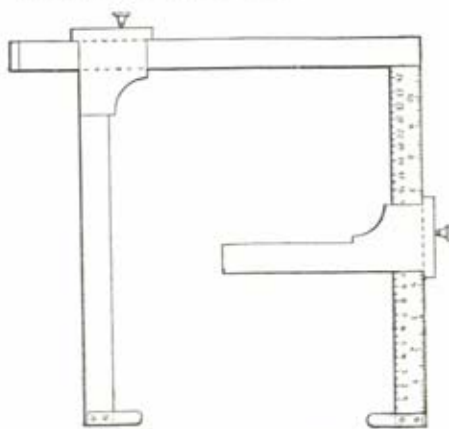


Abb. 144. Radiometer (n. CUNNINGHAM).

Einmal in den Ohren befestigt und festgehalten, kann das Instrument in der Ohrachse um den Kopf rotiert werden. An dem einen Arm läuft außerdem noch eine Schiene, die an irgendeinen Punkt des Kopfes oder Gesichts angelegt werden kann und gestattet, die Entfernung des betreffenden Punktes von der Ohrachse — den sogenannten Ohradius — abzulesen. Infolge der leichten Verschiebbarkeit des knorpeligen Gehörganges müssen alle diese Radiometer mit größter Sorgfalt angewendet werden, wenn sie zuverlässigere Resultate liefern sollen. Es können Fehler bis zu 20 mm vorkommen. Auch wird das Einstecken der Pflöcke in die Ohren, selbst bei großer Reinlichkeit, von vielen als unangenehm und unsauber empfunden, was die Verwendung des Instruments bedeutend erschwert.

5 (1). Ebenfalls zum Messen der Kopfhöhe über den Ohren kann das Parallelometer (nach B. K. SCHULTZ) dienen. Es besteht aus 2 vertikalen Stäben, die verschieblich an einem Horizontalstab montiert sind und kleine, medial zugespitzte Schieber tragen. Diese Schieber sind durch kleine Schrauben feststellbar, ebenso wie die sie

tragenden vertikalen Stäbe, die eine von oben nach unten gehende Millimetereinteilung tragen. Mit dem Instrument kann bei horizontaler Lage des Querstabs gleichzeitig die Entfernung der äußeren Ohröffnung rechts und links festgestellt werden. Eine Modifikation des Instruments, durch die auch Messungen am Schädel möglich werden, hat BREITINGER angegeben.

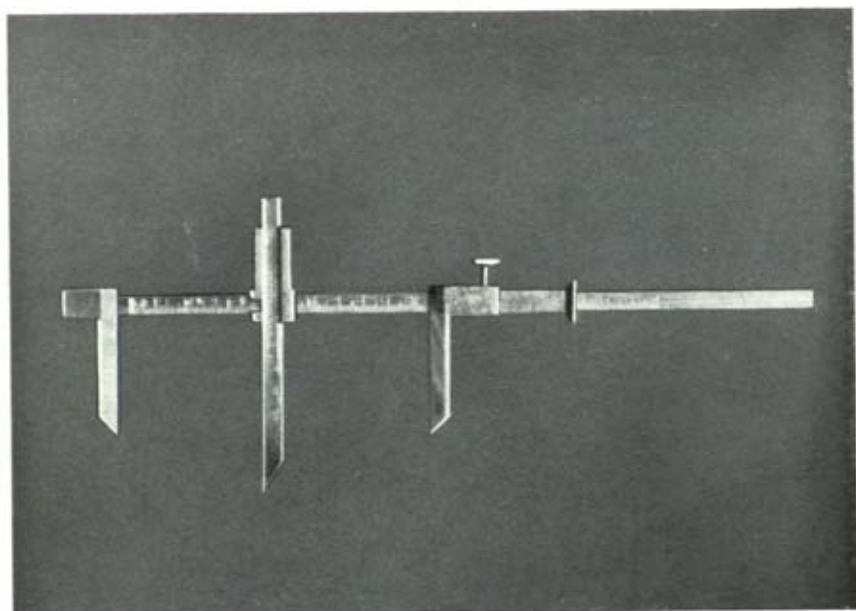


Abb. 145. Parallelometer nach B. K. SCHULTZ.

5a. Koordinatenzirkel (Abb. 145), bestehend aus einem mit Millimetereinteilung versehenen Metallstab von 30 cm Länge, bei dem am Nullpunkt des einen Endes rechtwinklig ein 5 cm langes, scharf zugespitztes Stahllineal angebracht ist, während ein zweites, ganz gleich gebautes Lineal mittels eines Schiebers an dem Stab entlang geführt und mit einer Schraube in jeder Entfernung festgestellt werden kann. Zwischen diesen beiden 5 cm langen Stahllinealen befindet sich noch ein zweiter Schieber mit einem senkrechten, verstellbaren, mit Millimetereinteilung versehenen, unten zugespitzten Stahllineal. Wird auch in großer Ausführung mit Kugelspitzen zur Messung am Lebenden nach AICHEL geliefert.

5b. Tiefenmesser nach DAVENPORT (Abb. 146). Anwendbar bei geringen Tiefen, während der Stangenzirkel für große Dimensionen benützt wird. Das Instrument ist ein Gleitzirkel mit nur einem Arm und einem Fuß, der auf die Unterlage aufgesetzt wird, um lotrecht messen zu können.

6. Das Bandmaß. Es dient zur Feststellung von Kurvenlängen und Umfängen. Da die meisten Bandmaße aus gewebtem Stoff oft von Anfang an schon eine falsche Einteilung zeigen und sich außerdem durch den Gebrauch noch dehnen, sind sie für anthropologische Zwecke nicht verwendbar. Die gewöhnlichen käuflichen Bandmaße differieren unter sich um 1 cm, vom Normalmetermaß häufig um 5 mm. Am geeignetsten ist ein Stahlbandmaß von 150—200 cm Länge, das in eine Stahlkapsel eingelassen ist; die Breite des Stahlbandes kann variieren. Für besonders feine Messungen am Schädel kann man am Nullpunkt auch ein Loch einstanzen lassen, durch das man eine Nadel steckt, um so den Ausgangspunkt der

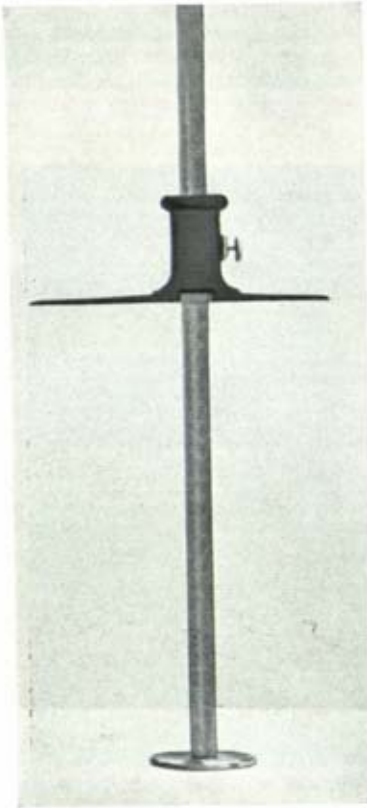


Abb. 146. Tiefenmesser  
(nach DAVENPORT).

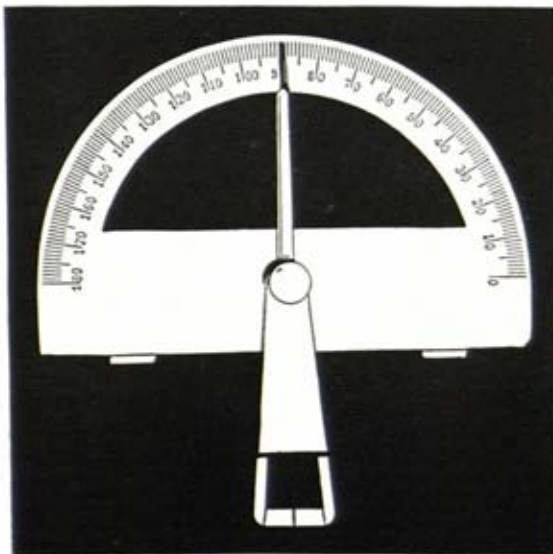


Abb. 147. Ansteckgoniometer (nach MOLLISON).

Messung zu fixieren. Ein leichter einwärts gerichteter Druck auf den Kopf läßt das ausgezogene Band wieder in die Kapsel einrollen.

6a. Konkave wie konvexe Kurven können auch mit einem Millimeterrädchen ausgemessen werden.

7. Das Goniometer oder der Winkelmesser. Winkel, besonders Gesichtswinkel, am Lebenden festzustellen, ist mit großen Schwierigkeiten verbunden, weil dazu eine besonders ruhige Haltung, d. h. eine bestimmte Orientierung des Kopfes erforderlich wird. Besonders handlich und auch zum Gebrauch auf Reisen geeignet ist das Ansteckgoniometer. Es besteht aus einem vernickelten Metallgradbogen, in dessen Scheitelpunkt sich ein Zeiger so dreht, daß seine Spitze beständig senkrecht nach oben sieht (Abb. 147). An der Hinterfläche des geraden Transporteurrahmens ist eine federnde Hülse mit zwei Schrauben angebracht, vermöge deren das Instrument an die früher beschriebenen Gleit-, Stangen- (Abb. 148) und Tasterzirkel (Abb. 149) sowie an irgendeinen Metallstab von annähernd gleicher Dicke angesteckt werden kann.

Zur Messung der Gesichtswinkel z. B. wird man das Instrument an die eine Spitze des oberen Querstabs am Gleitzirkel aufstecken. Man achte nur darauf, daß die Grundfläche des Goniometers sich der Meßfläche des Querstabes anlegt, was durch eine in die Hülse eingelassene Feder erleichtert wird, und ziehe erst dann die Schraube leicht an. Man hat hierauf die Spitzen des Gleitzirkels nur auf die Meßpunkte am Schädel aufzusetzen, um direkt am Gradbogen die Neigung einer sie verbindenden Geraden zu der Ebene, in die der Schädel eingestellt wurde, abzulesen. Bedingung ist eine Haltung des Zirkels in der Vertikalebene, so daß der Zeiger frei spielen kann. Bei umgekehrter Haltung des Instruments erfolgt die Ablesung an der Strichmarke des Fensterausschnittes am hinteren Ende des Zeigers. In gleicher Weise kann dieses Goniometer auch an dem anderen Arm und sogar an dem unteren Ende des Maßstabes des Gleitzirkels befestigt werden. Da ferner das Stahllineal des oben beschriebenen Tasterzirkels vermöge seiner Führung immer parallel



zu einer Verbindungslinie der beiden Taster-  
spitzen gerichtet ist, so kann man das Goniometer auch in Verbindung mit diesem Instrument benutzen. Diese Kombination erlaubt z. B., die Winkel zu messen, welche verschiedene Horizontalebenen miteinander bilden. Verwendet man das Goniometer mit dem Stangenzirkel des Anthropometers, so müssen beide Stahl-lineale gleich weit ausgezogen sein.

Eine Reihe weiterer Instrumente findet hauptsächlich zu Schädelmessungen Anwendung.

7 a. Das Stativ-Goniometer (Winkel-messer). Es besteht aus einem Stangenzirkel mit zwei horizontal verschiebbaren, an einem Ende zugespitzten Stahllinealen. Am oberen Ende des Zirkels ist ein Gradbogen mit einem Winkelzeiger in der Weise angebracht, daß der Scheitelpunkt des Gradbogens (= 0 Grad) genau mit dem Drehpunkt des Winkelzeigers zusammenfällt und in derselben Geraden, wie die Unterkante des oberen Stahllineals, liegt (Abb. 150). Man kann mit diesem Instrument alle Winkel messen, welche von der Verbindungslinie zweier von den Spitzen der Stahllineale berührten Meßpunkte aus dem einen Schenkel, mit der Horizontalen (oder Vertikalen) aus dem zweiten Schenkel gebildet werden, also alle Profilwinkel usw. Um die Stange des Goniometers genau vertikal zu stellen, wird diese in ein mit 3 Fußschrauben versehenes Stativ eingelassen, in welchem sie durch eine kleine Schraube in beliebiger Höhe festgehalten werden kann. Eine Wasserwaage im Ausschnitt

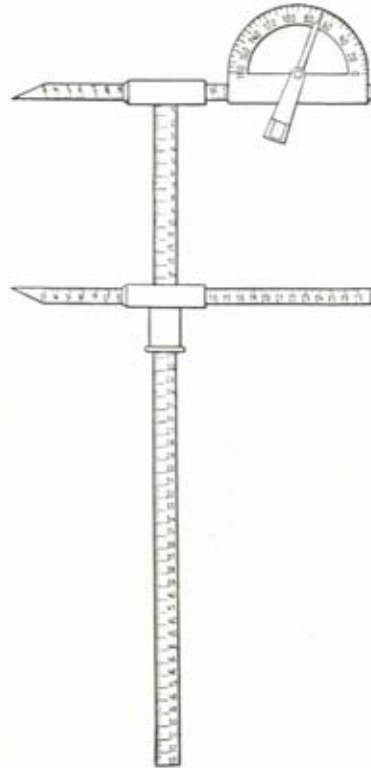


Abb. 148. Ansteckgoniometer an den Stangenzirkel angebracht.

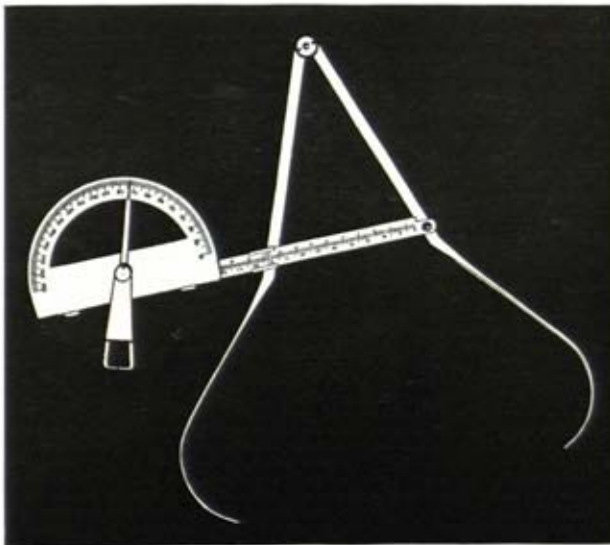


Abb. 149. Ansteckgoniometer am Tasterzirkel zur Messung der Neigung verschiedener Schädelebenen zueinander.

des Gradbogens gibt die richtige Stellung an. Eine zweite senkrecht zu der ersten angebrachte Wasserwaage ermöglicht auch eine Horizontalhaltung des Goniometers. Soll nun irgendein Winkel am Schädel gemessen werden, so schiebt man das Goniometer im Stativ an den auf dem Kraniophor aufgestellten Schädel heran und stellt die Spitze des oberen Stahllineals auf den oberen Meßpunkt ein. Hierauf schiebt man das untere Stahllineal in das Niveau des unteren Meßpunktes, bis die Linealspitze diesen berührt. Damit bei der feineren Einstellung des unteren Lineals sich das obere nicht verschiebt, läuft dieses mit sogenannter satter, jenes aber mit leichter Reibung. Der Schieber mit dem unteren Lineal wird mittels der kleinen Schraube festgestellt. Jetzt liest man am Index, der dem Scheitelpunkt des Gradbogens entspricht, oberhalb des oberen Lineals die Millimeterzahl ab,

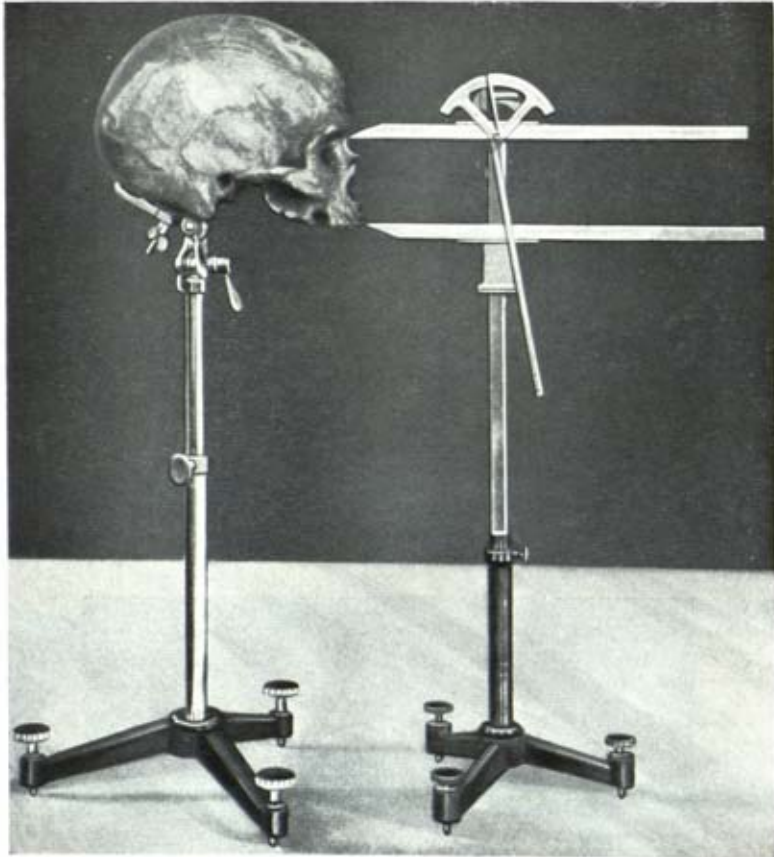


Abb. 150. Stativgoniometer mit Schädel auf Röhrenkraniophor.

auf die das Lineal eingestellt ist, und dreht hierauf den Winkelzeiger so lange, bis seine zugespitzte Kante den gleichen Millimeterteilstrich am Oberrande des unteren Lineals berührt. Es ist genau darauf zu achten, daß auf das obere Ende des Teilstriches eingestellt werden muß. Nun steht der Winkelzeiger genau parallel zu einer Verbindungslinie der beiden Linealspitzen, und die scharfe Kante des oberen kurzen Armes des Zeigers gibt direkt den Winkel (bzw. den Komplementärwinkel), d. h. die Abweichung von der Vertikalen an. Außerdem kann man an der Stange des Goniometers den projektivischen Abstand der beiden Meßpunkte ablesen; ferner erhält man durch Subtraktion der an den Indices der beiden Stahllineale steckenden Zahlen die horizontale Distanz der gleichen Punkte. Alle Winkelmessungen mit diesem Instrument müssen auf einer durchaus horizontalen Fläche ausgeführt werden, wozu sich am besten die Marmorplatte des

Diagraphen oder eine dicke Glasplatte eignet. Wer sich nur mit kranimetrischen Studien beschäftigt, kann dieses Goniometer auch als einfachen Stangenzirkel benützen und daher den mit dem Anthropometer kombinierten Stangenzirkel entbehren.

Der *Kephalograph* zur Abnahme der Kopfkurven ist auf Seite 169 erwähnt.

7b. Für bestimmte Winkelmessungen am Unterkiefer eignet sich ein *Gnathometer*, das nach Angaben von v. TÖRÖK in vereinfachter Konstruktion hergestellt wird. Es besteht aus einer auf einem schweren Fuß ruhenden, horizontal einzustellenden Messingplatte, gegen die eine zweite durch Scharnier mit der ersteren verbundene Platte in verschiedenem Winkel geneigt werden kann. Mittels einer Schraube kann diese Platte in jeder Stellung festgehalten und an einem Gradbogen auch ihre Winkelneigung zur Grundplatte abgelesen werden. Um den Symphysenwinkel bei verschiedenster Ausbildung des Kinnes messen zu können, hat die vertikale Platte in ihrer Mitte einen breiten Ausschnitt, in dem ein in der Fläche verlaufender Stab mit gekrümmter Spitze auf und ab bewegt werden kann. Ruht der Unterkiefer auf seinem Unterrand, so wird die Spitze auf das Infradentale aufgesetzt, und der Winkel kann direkt abgelesen werden. An dem gleichen Instrument können auch andere Unterkieferwinkel, z. B. der Astwinkel, der Neigungswinkel der Condylö-Coronoidlinie zum Hinterrande des Astes usw. gemessen werden.

7c. *Mandibulometer* HAMBRUCHS (1907). Er ermöglicht die gleichzeitige Abnahme einer Reihe von Messungen am Unterkiefer: er ist in verbesserter Form von BLACK (1926) umkonstruiert worden (Abb. 151).

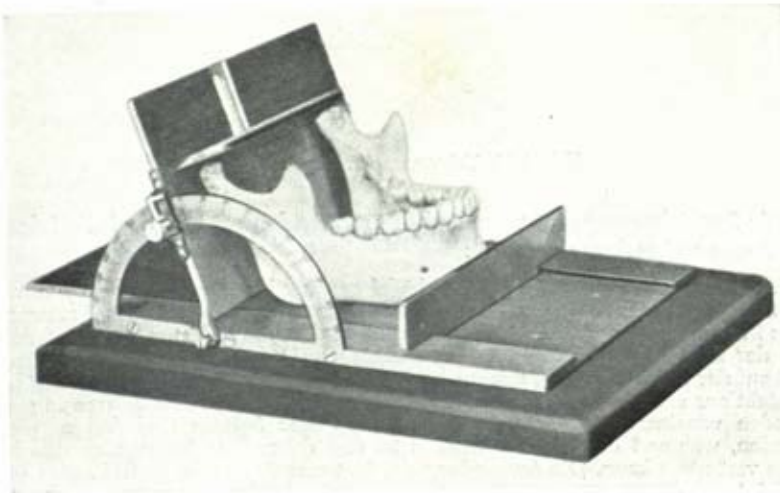


Abb. 151. HAMBRUCHS Mandibulometer (verbessert nach BLACK).

7d. Für verschiedene Messungen am Unterkiefer, speziell seichtere Tiefenmessungen, läßt sich auch das *Bathometer* nach K. M. FÜRST (1925) verwenden. Man kann aber dieses Instrument ebensogut ersetzen durch HERMANNS kleinen *Palatometer* und den *Gleitzirkel*.

7e. Zur Berechnung mancher Winkel kann auch das *Trigonometer* (nach FÜRST) nützlich sein (Abb. 152). Es gestattet die Ablesung aller Winkel eines Dreiecks, von dem man die Größe der Seiten kennt. Es besteht aus einem mit Millimetereinteilung versehenen Metallstab (B), der an seinem einen Ende mit einem Halbkreisbogen (A) fest verbunden ist. Im Mittelpunkt dieses (H) rotiert ein ebenfalls eingeteilter Metallstab (D), der nach oben in einen Zeiger (F) verlängert ist. Auf dem Längsstab (B) gleitet ein Schieber mit einem Fensterausschnitt mit Index. An diesem Schieber ist ein dem oben beschriebenen gleichgroßer, nur entgegengesetzt angeordneter Halbkreisbogen samt rotierendem Stab und Zeiger befestigt. Dieser Kreisbogen (C) kann also verschoben und die Stäbe der beiden Bögen (D und E) können zur Kreuzung gebracht werden. Will man z. B. die drei Winkel des Gesichtsdreiecks bestimmen, so stellt man unter der Annahme, daß die obere Gesichtshöhe 71 mm, die Basislänge 99 mm und die Gesichtslänge 92 mm



beträgt, den Index des beweglichen Schiebers auf 71 und bringt die beiden Stäbe D und E in den Zahlen 99 und 92 zur Deckung. Man erhält dann am beweglichen Schieber den Profilwinkel mit  $73^\circ$ , am Zeiger des festen Schiebers den Prosthion-Nasion-Basionwinkel mit  $64^\circ$ , und folglich muß der Nasion-Basion-Prosthionwinkel am Kreuzungspunkt der beiden Stäbe  $43^\circ$  betragen, was durch Rechnung leicht zu ermitteln ist. Zum gleichen Zweck dient ein von PEARSON eingeführter Trigonometer.

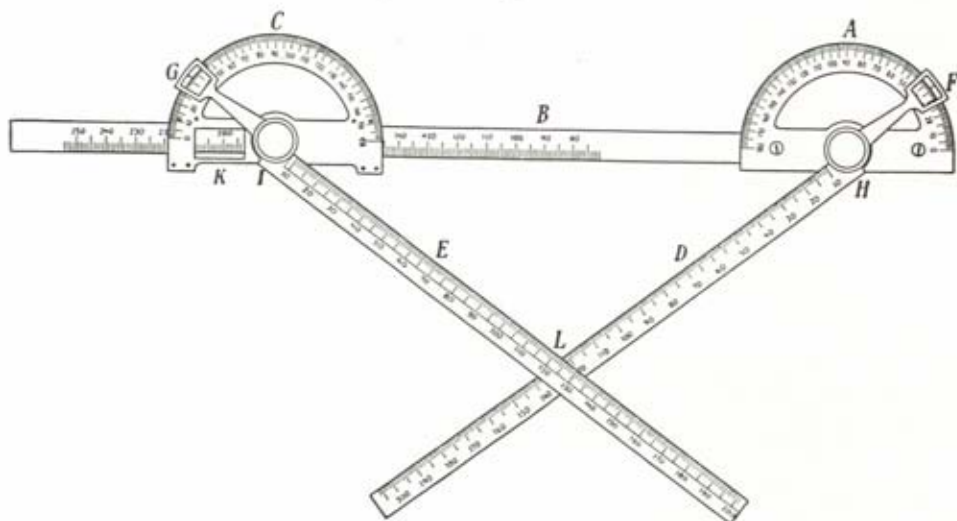


Abb. 152. Trigonometer (nach FÜRST).

Für Spezialmessungen, vornehmlich am Schädel, sei noch auf die folgenden Instrumente aufmerksam gemacht:

8. Soll die Form einer Kurve am Schädel genauer bestimmt werden, so verwendet man dazu das *Cyclometer*. Dasselbe erlaubt am Schädel direkt die Krümmung eines Bogens in seinen einzelnen Abschnitten zu messen, d. h. die Krümmungswerte (reziproke Werte der Radien) in absoluten Zahlen anzugeben. Die Konstruktion des Instruments beruht auf der Tatsache, daß 3 Punkte der Peripherie die Größe eines Kreises bestimmen. Es besteht aus einer Metallplatte mit Gradbogen, an der unten drei Spitzen in gleichen Abständen voneinander angebracht sind. Zwei dieser Spitzen sind fest miteinander verbunden, während die dritte beweglich ist und daher ihre Stellung zu den beiden übrigen verändern kann. Die Anwendung des Instruments ist sehr einfach. Man setzt es in der Art auf die zu messende Kurve auf, daß die beiden festen Spitzen die Fläche berühren, wobei sich auch die dritte bewegliche Spitze durch Wirkung einer Feder ebenfalls an die Fläche anlegt. Dadurch wird auch der Zeiger an dem Gradbogen verschoben und gibt direkt an der Skala den Krümmungswert, d. h. den reziproken Wert des Radius der zwischen den Spitzen liegenden Strecke an. Auf einer ebenen Fläche, deren Krümmungsgrad 5 cm beträgt, wird er sich auf  $+20$ , bei einer entsprechenden konkaven auf  $-20$  einstellen.

9. Meßzirkel zur Ermittlung von Innenmaßen nach WEINERT, ein Zirkel mit kreisförmig gebogenen Schenkeln, die in einem Scharnier bewegt werden können. Nach der Außenseite zu gleitet in Anpassung zur Biegung der Schenkel je ein Schieber; beide Schieber lassen sich über die beiden Schenkelenden hinaus verschieben. Zum Gebrauch wird der Scheitel des Zirkels in das Hinterhauptsloch eingeführt, und durch Verschieben der beiden Schieber über das Scharnier hinaus wird das gewünschte Maß mit den freien Schieberenden durch Spreizen der beiden Zirkelarme festgestellt (Abb. 153).

10. Zur Messung der Gaumenhöhe reichen die bis dahin beschriebenen Instrumente nicht aus. Will man dieses Maß nehmen, so kann man sich des sogenannten *Palatometers* bedienen. Es besteht aus einem in einer Führung laufenden, mit Millimeter-einteilung versehenen runden Metallstäbchen, das unten in einer Spitze endet. In der Führung ist ein viereckiger Ausschnitt angebracht, durch welchen Horizontalstäbchen

verschiedener Länge gesteckt werden können. Diese letzteren werden mit ihren Enden auf die Alveolarränder aufgelegt; das Instrument erlaubt, die Höhe des Gaumens über der durch die Stäbchen angegebenen Ebene direkt abzulesen.

11. Ein sehr einfacher Palatometer der Firma P. HERMANN, RICKENBACH und Sohn, Zürich (Abb. 154), besteht aus einer flachen Metallhülse von 7 cm Länge, in der ein in Millimeter-einteilung von 0—25 mm verschiebbares Stäbchen läuft. Am unteren Ende der Hülse ist sowohl vorn wie hinten an der Flachseite je eine Schraube angebracht, die beide dazu dienen, zwei kurze Querarme seitlich zu verschieben in der Weise, daß diese auf den Alveolarrändern des Gaumens aufsitzen und festgeschraubt werden. Das in der Mitte in der Hülse laufende Stäbchen wird dann auf den tiefsten Punkt des Gaumens in der Medianebene aufgesetzt und die Höhe des Gaumens am oberen Teil des Stäbchens abgelesen.

12. Der sogenannte Orbitometer dient zur Messung der Orbitaltiefe bzw. der Länge der Orbitalwände und ähnlicher Dimensionen. An einem mit Millimeter-einteilung versehenen Metallstäbchen gleitet ein runder Schieber mit einer kleinen Spitze. Stemmt man das untere Ende des Stäbchens an den Hinterrand des Foramen opticum an und führt die Spitze des Schiebers auf irgendeinen Punkt des Orbitalrandes auf, so kann man am Stäbchen direkt die Entfernung des letzten Punktes vom ersten ablesen.

13. Hauptsächlich zur Untersuchung des Orbitaleinganges, der Augenhöhletiefe sowie des Vortretens der medialen Wand hat H. VICHOW (1915) das Prosopometer verwendet, ein von ihm konstruiertes Meßinstrument, das den Schädel in die Ohr-Augen-Ebene einstellt und mittels zweier Nadeln am Vertex festhält. Ein Stift an einer Horizontalstange hat einen schwalbenschwanzförmigen Ausschnitt, um auf die dünne Knochenbrücke des lateralen Randes aufgesetzt zu werden.

14. Für die Ausführungen einiger Messungen am harten Gaumen (Breite), an der Orbita und für ganz kleine Dimensionen ist der Feinheit seiner Spitze wegen der gewöhnliche Reißzeugzirkel sehr empfehlenswert. Man muß natürlich das Maß selbst an einem genau kontrollierten Millimeterstab ablesen und dafür sorgen, daß durch straffe Führung im Scharnier die Stellung der Zirkelspitzen nach dem Abheben vom Objekt sich nicht verändert.

15. Für die Abnahme verschiedener Schädelmaße sowie für die Herstellung von Kraniogrammen ist in erster Linie eine richtige Einstellung des Schädels erforderlich. Zu diesem Zweck bedient man sich eines sogenannten Kraniophors (Schädelstativ, Schädelhalter oder Schädelträger). Von den jetzt gebräuchlichen Kraniophoren gestattet die mannigfaltigste Verwendung der Kubuskraniophor. Er hat den großen Vorteil, daß eine einmalige Aufstellung des Schädels für sämtliche



Abb. 153. Zirkel mit kreisförmig gebogenen Schenkeln zur Ermittlung von Innenmaßen des Schädels (nach WEINERT).

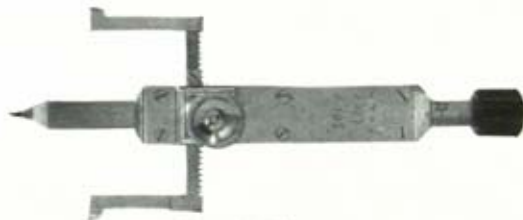


Abb. 154. Palatometer.

Normenaufnahmen genügt und daß Umrißzeichnungen und Flächenbilder der verschiedenen Normen absolut senkrecht aufeinander stehen.

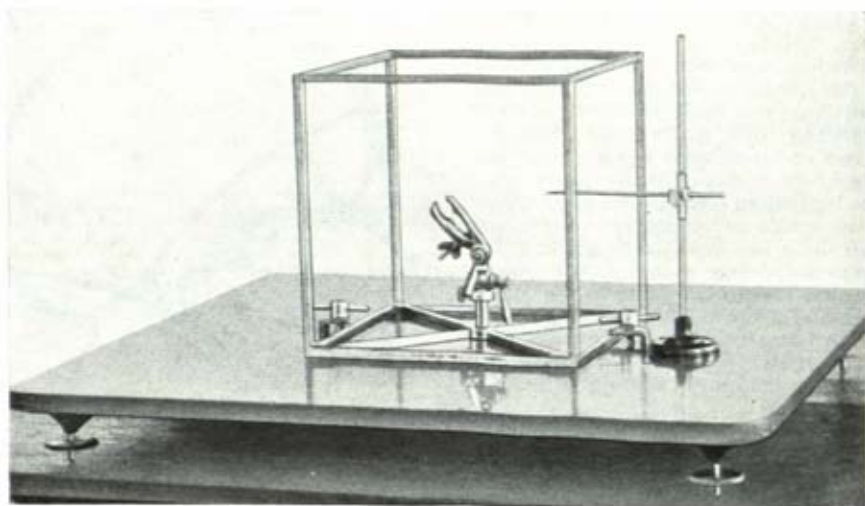


Abb. 155. Kubuskraniophor, auf die Marmorplatte aufgeschraubt. Daneben die Horizontiernadel.

15a. Der Kubuskraniophor besteht aus einem genau gearbeiteten Stahlgerüst in Kubusform (Abb. 155). Die eine der Würfelflächen wird von zwei sich kreuzenden Stahlstäben durchzogen, in deren Schnittpunkt eine Hülse befestigt ist. In dieser letzteren steckt der eigentliche Schädelträger, der mittels einer Schraube in beliebiger Höhe und Stellung fixiert werden kann. Er ist in Form einer Zange konstruiert und durch zwei senkrecht aufeinander gerichtete Scharniergelenke nach allen Seiten beweglich. Neuerdings wird der Kubuskraniophor auch in etwas veränderter Form geliefert (Abb. 156). Anstatt auf sich kreuzenden Stahlstäben ruht der Schädelhalter auf einem einzigen massiven Metallstab, der an der einen Ecke und Seitenkante des Kubus befestigt ist. Um einen Schädel einzustellen, nimmt man den eigentlichen Kraniophor aus der Hülse

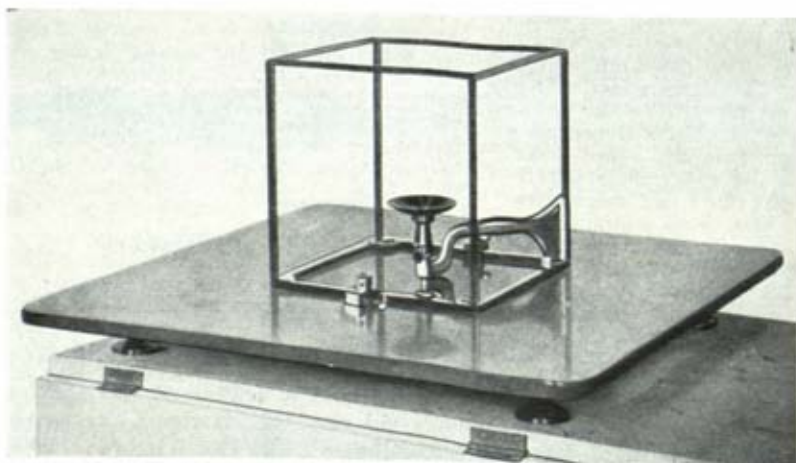


Abb. 156. Kubuskraniophor mit einem Arm, mit Metallschale an Stelle der Schädelzange armiert.



heraus und lockert die beiden Scharniere, jedoch nur so weit, daß es bloß eines Druckes auf die Hebel bedarf, um sie festzustellen. Hierauf legt man den Schädel, mit der Basis nach oben, vorsichtig auf den Tisch, faßt mit der Zange die Nuchalpartie der Hinterhauptschuppe und zieht die Zangenschraube kräftig an. Es ist dabei zu beachten, daß das Opisthion noch zwischen den beiden Schenkeln der größeren Zangenplatte sichtbar bleiben muß. Nur bei ganz dünnen oder brüchigen Schädeln empfiehlt es sich, etwas Papier oder Tuch zwischen Zange und Schädelwand zu legen. Hierauf wird der Kraniophor mit dem Schädel derart in die Hülse des Kubus gesteckt, daß die Hülzenschraube auf die eine, die beiden Scharnierhebel aber auf die andere Seite zu stehen kommen. Man orientiert dann den Schädel zunächst einigermaßen nach dem Augenmaß in der gewünschten Ebene, in unserem Fall der Ohraugen-Ebene, und zwar so, daß die beiden unteren Orbitalränder möglichst hoch liegen und die Mediansagittal-Ebene des Schädels ungefähr parallel zu einer Würfelfläche steht. Hierauf zieht man die Schraube fest an. Nun erst beginnt die genaue Einstellung und definitive Fixierung des Schädels. Zu diesem Zweck dreht man zunächst den Schädel in dem unteren Scharniergelenk, dessen Längsachse gleich gerichtet ist mit dem Längsdurchmesser des Schädels, so lange hin und her, bis beide Poria in eine Horizontalebene zu liegen kommen. Um dies zu erreichen, bedient man sich der Horizontiernadel (Höhenreißer), die aus einer in einem Eisenfuß senkrecht eingelassenen runden Metallstange besteht, an welcher in einer Doppelklemme ein Stahlstäbchen mit Spitze nach jeder Richtung hin verstellbar und fixierbar ist (Abb. 155). Dann wird das Gelenk durch Anziehen des betreffenden Hebels festgestellt. Hierauf wird der Schädel in dem oberen Scharniergelenk, dessen Achse quer zu der des unteren steht, so lange gehoben oder gesenkt, bis das Orbitale der linken Augenhöhle wieder mit Hilfe der Horizontiernadel ebenfalls in die Ebene der beiden



Abb. 157. Kubuskraniophor nach SALLER (Modell 1954).

Poria gebracht ist. Nachdem auch dieser Scharnierhebel fest angezogen wurde, ist der Schädel in die Ohraugen-Ebene eingestellt, und es erübrigt nur noch, seine Mediansagittal-Ebene der einen Würfelseite genau parallel zu richten. Um dies zu erreichen, wird der Kubus derart auf die Tischplatte gelegt, daß die eine Norma lateralis nach oben, die andere nach unten sieht. Hierauf bringt man durch Drehen des Schädels in der Hülse und mittels der Horizontnadel drei Punkte der Mediansagittal-Ebene (am besten Prosthion oder Nasion, Inion oder Basion) in eine Ebene und zieht auch die Hülssenschraube fest an. Daß die so eingestellte Ebene nicht absolut genau der geometrischen Median-Ebene entspricht, ist im Kapitel Schädelasymmetrie ausgeführt. Damit ist der Schädel unveränderlich in die Ohraugen-Ebene und die Mediansagittal-Ebene fixiert. Zur Vorsicht überzeuge man sich nach Feststellen eines jeden Scharnierhebels, ob sich die Stellung des vorher fixierten Scharniers nicht verändert hat, was bei ungenügendem Anziehen der Hebel und Schrauben vorkommen kann. Man wird bei einiger Übung diese Fehler des Anfängers leicht vermeiden.

Für die Herstellung einer Umrißzeichnung eines isolierten Unterkiefers in der Norma lateralis bedient man sich am besten des Kubuskraniophors, indem man den rechten Kieferast mit der Zange faßt. Mit dem Höhenreißer werden Infradentale und die beiden Molarpunkte in eine Horizontalebene und zugleich die beiden letztgenannten Punkte in eine senkrechte Ebene gebracht. Es wird hierauf die Profilsicht der linken Seite gezeichnet und zur Feststellung der Alveolarrand-Linie Infradentale und Molarpunkt eingetragen.

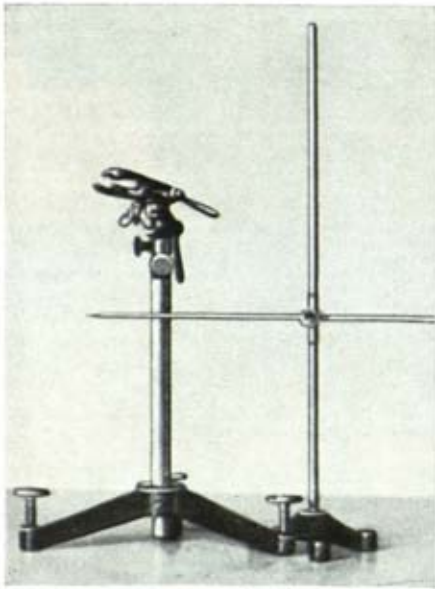


Abb. 158. Röhrenkranio-phor (nach MARTIN).

versehenen Dreifuß, in dessen Mitte eine senkrechte Metallröhre angebracht ist. An dieser letzteren befindet sich ein Röhrenauszug, der in jeder beliebigen Höhe durch eine Schraube festgestellt werden kann und in dessen oberes Ende der Bolzen der Zange eingestellt und fixiert wird. Dieses Stativ wird besonders bei photographischen Aufnahmen des Schädels und bei Winkelmessungen zusammen mit dem Stativgoniometer benutzt. Die Befestigung des Schädels erfolgt in der oben angegebenen Weise. Durch Öffnung des obersten Scharniers und entsprechende Neigung des Schädels kann der letztere auf diesem Stativ in jede gewünschte Horizontalebene eingestellt werden.

Bei Schädeln kleinerer Primaten ist die angegebene Zange zu groß, man benützt in diesem Fall besser eine mit einem Kugelgelenk versehene Zange, die auch eine leichte

15 b. Eine einfache und praktische Modifikation des beschriebenen Kubuskraniophors stellt der Kubuskraniophor nach SALLER (1929) dar (Abb. 157)\*). Er verlegt den Kubus, der bei dem älteren Kubuskraniophor um den Schädel herumgelegt wird, in zwei Kugelgelenke mit aufeinander senkrecht stehenden Achsen, durch die der Schädel dann in die drei notwendigen Ebenen gebracht werden kann. So entsteht ein verhältnismäßig kleines und handliches Instrument, mit dem dieselben Manipulationen durchgeführt werden können wie mit dem alten Kubuskraniophor. Die Horizontierung des Schädels wird dabei durch einen Querarm vorgenommen, welcher den Schädel automatisch in der Ohr-Augen-Ebene faßt, ähnlich dem Kubuskraniophor nach MOLLISON.

15 c. Die oben beschriebene Schädelzange findet auch bei einem anderen Schädelträger, dem Röhrenkranio-phor, Verwendung (vgl. Abb. 158). Dieser besteht aus einem mit Stellschrauben

\*) Lieferbar durch Werkmeister L. SCHWARZ, München, Kraepelinstr. 2/0 (Institut für Hirnforschung) und durch das Abawerk Aschaffenburg.



Beweglichkeit des Schädels nach allen Seiten zuläßt. Das Kugelgelenk ist an einer rechtwinkelig umgebogenen Messingstange angebracht und in das hintere Ende einer entsprechend großen Zange eingelassen. Mit dieser erfaßt man die Unterschuppe des Hinterhauptbeines und stellt den Schädel mit einer Flügelschraube fest. Bei ganz kleinen Schädelchen, z. B. von Prosimiern und gewissen Plathyrrhinen, kann man auch einen in Form einer Klammer umgebogenen Draht in das Foramen magnum einführen und diesen dann mit der Zange fassen. Der Stab dieser Zange kann in das Röhrenstativ oder in einen mit Blei ausgegossenen Holzklotz eingelassen werden.

Um auch Schädel, deren Hinterhauptschuppe defekt ist, oder Kalotten im Kubuskraniophor zur Aufnahme von Diagraphenkurven befestigen zu können, wird die Schädelzange durch eine flachkonkave, tellerartige Metallschale ersetzt, die mit einer Klebmasse ausgegossen wird. Als solche empfiehlt sich entweder Wachs, Plastilin oder eine Mischung von Pfeifenerde, Glycerin, Wachs und Öl. In diese preßt man den Schädel in die gewünschte Form, indem man sich zur Einstellung der oben angegebenen Prinzipien bedient.

15 d. Speziell für die Einstellung des Schädels in die Ohr-Augen-Ebene eignet sich auch ein von MOLLISON konstruierter *K r a n i o p h o r* (Abb. 159). Derselbe besteht aus drei vertikalen Metallröhren, deren jede an ihrem oberen Ende einen in horizontaler Richtung verschiebbaren und nur in der Achse der vertikalen Säule drehbaren Querstab trägt. Die Enden dieser Stäbe sind dreikantig geformt, und zwar besitzen die für die äußeren Gehörgänge bestimmten Stäbe nach oben gerichtete Kanten, während die Kante des dritten Stabes, der zur Fixierung des Unterrandes der Orbita dient, nach unten gerichtet ist. Alle drei Kanten befinden sich aber in gleicher Entfernung von der horizontalen Unterlage. Als solche benützt man am besten die beim Diagraphen erwähnte Marmorplatte oder eine von vier Kalandrierschrauben getragene, durch eine Wasserwaage kontrollierte Glasplatte. Um den Schädel einzustellen, schiebt man die beiden nach oben gekanteten Stäbe in die äußeren Gehörgänge, d. h. an die Poria, an, und legt dann den nach unten gekanteten Stab auf den tiefsten Punkt der einen Orbita (Orbitale). Um ein Vorwärtsneigen des Schädels zu verhindern, braucht man dann nur noch die an der dritten Säule angebrachten Felder nach oben gegen den Gaumen oder die Zahnreihe zu stoßen, und der Schädel ist in die Ohr-Augen-Ebene eingestellt. Eine Einstellung in andere Ebenen erlaubt dieser Kraniophor nicht. Des bequemen Transportes wegen ist das Instrument zusammenlegbar konstruiert.

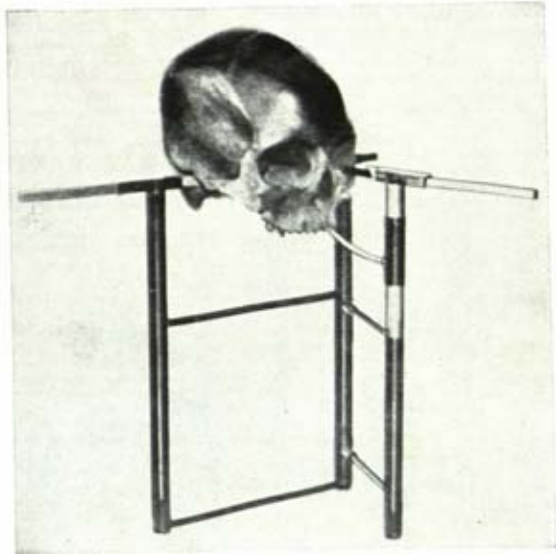


Abb. 159. Kraniophor nach MOLLISON.

15 e. SCHWARZ (1926) hat einen großen und einen kleinen Kubuskraniophor konstruiert, von denen der kleine hauptsächlich kieferorthopädischen Zwecken wie auch zu Meßzwecken kleiner Säugetier- und menschlicher Kinder-Schädel (mit Hilfe eines besonderen Halters) dient. Der kleine Kubus hat eine Größe von  $18 \times 19$  cm mit einem seitlich angebrachten Zeichenarm von 12,5 cm Länge. Der Kubus des großen Apparates hat die Größe von  $32 \times 32$  cm; der seitlich angebrachte Zeichenarm ist 23,5 cm lang. Beide Apparate sind aus Messing gefertigt, Zeichenstifte und alle Gelenke aus Stahl. Es werden gerade und gebogene Zeichenstifte verwendet, die in das Röhrchen des Zeichenarmes, der gerade von oben, der abgebogene von unten, eingeführt werden. Über den Zeichenstift wird die Stellschraube geschoben, die in jeder Höhenlage am Stift festgelegt werden kann. Der abgebogene Stift wird so zum Höhenreißer und leistet die Arbeit des Diagraphen. Die Zeichenstifte sind um ihre Achse drehbar. Der Apparat hat den Vorteil der automatischen Einstellung in die Ohr-Augen-Ebene.



15f. Auch einige andere, besonders in der französischen Schule gebräuchlichen Kraniophore seien hier noch kurz erwähnt. Der Schädelhalter von BROCA, der auch für den Stereograph verwendet wird, besteht aus einer horizontalen Holzplatte, in deren Mitte sich ein 25 cm hoher vertikaler Stab von elliptischem Querschnitt (23 mm : 16 mm) erhebt. Dieser Stab wird durch das Foramen magnum in die Schädelhöhle eingeführt und bis zum Schädeldach vorgestoßen. Da aber die Größe des Foramen magnum verschieden ist, befindet sich an der einen Seite des Stabes eine Stahlfeder, die in verschiedener Stellung durch eine Schraube festgehalten werden kann. Durch einen Druck dieser Feder auf den Hinterrand des Foramen magnum gelingt es, den Schädel in jede Ebene zu fixieren. Eine auf demselben Prinzip beruhende, nur etwas kompliziertere Konstruktion besitzt auch der Schädelträger von MIES. Ein zweiter Kraniophor BROCA's (le suspenseur) fixiert den Schädel durch Einführung zweier Metallstifte in die Ohröffnung und ist besonders wichtig, wenn die Horizontalebene senkrecht gestellt werden soll. In einer späteren Form besteht er aus einer eisernen Fußplatte mit zwei seitlichen senkrechten Trägern, in die zwei horizontal verschiebbare Ohrnadeln eingelassen sind. Diese Nadeln werden in die beiden äußeren Gehörgänge eingestoßen, so daß der Schädel auf denselben aufruht und um dieselben gedreht werden kann. Es ist selbstverständlich, daß es je nach der Lagerung des Schädels andere Punkte der Umrahmung des Porus acusticus sind, auf welchen der Schädel aufruht.

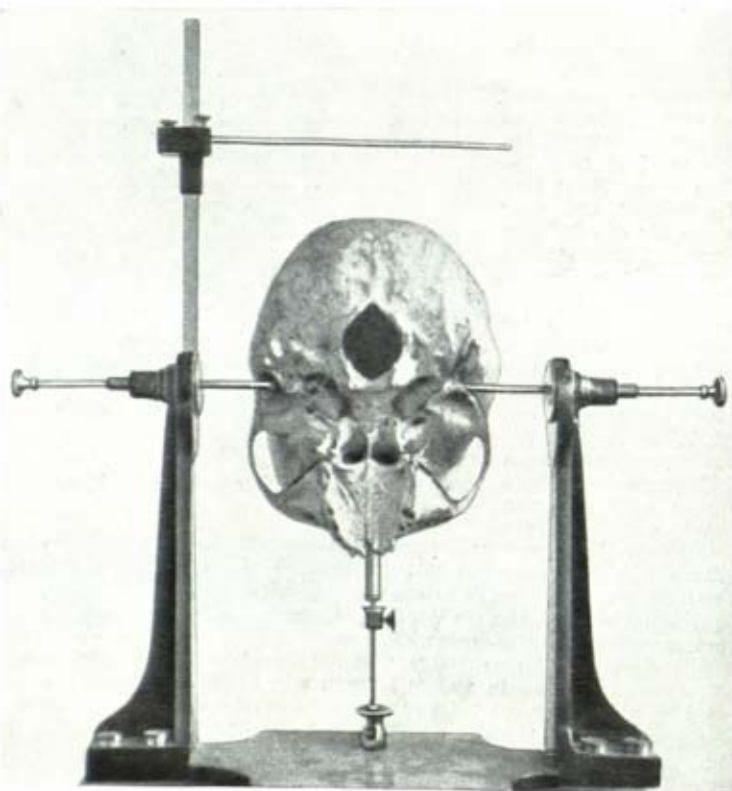


Abb. 160. Kraniostat nach RANKE mit in der Norma basilaris eingestelltem Schädel.

15g. Das gleiche Prinzip der Schädelfixierung ist bei dem Kraniophor oder Kraniostat von RANKE verwendet (Abb. 160). Dieser letztere besitzt eine Gaumenstütze und außerdem an der einen Seite noch eine mit Millimeterteilung versehene Messingstange, an welcher ein Schieber mit einer horizontal gestellten Nadel entlanggleitet. Ist der Schädel in die Ohr-Augen-Ebene eingestellt und mittels der Gaumenstütze fixiert, so braucht man nur die Horizontalnadel auf den Scheitel herabzusenken und man kann am

Kraniophor direkt die Ohrhöhe des Schädels ablesen. Die Führung des Schiebers muß aber genau gearbeitet sein, sonst ergeben sich Fehler von mehreren Millimetern. Will man die Horizontalebene vertikal stellen, so dreht man den Schädel um  $90^\circ$  mit der Basis gegen sich und fixiert ihn mit der Spitze der horizontalen Nadel am Unterrand der rechten Orbita. Man muß dabei den Ständer mit der Messingstange zu seiner Linken haben und die horizontale Nadel in die hintere Öffnung des Schiebers einstecken. Der Apparat eignet sich daher auch zur photographischen Aufnahme der Norma basilaris, die beim Zangenkraniophor etwas verdeckt ist, gestattet aber in seiner jetzigen Konstruktion nur die unrichtige Anordnung mit dem Gesicht nach oben. Will man das Gesicht nach unten kehren, so muß man sich bei der Einstellung des Senkbleies bedienen.

15h. Der Kraniostat nach OGUCHI (1926) besteht aus drei vernickelten Messingröhren, die auf drei Stützsäulen einer dreieckigen Messingfußplatte aufgesetzt werden. Diese Röhren sind am oberen Ende zweimal rechtwinklig abgelenkt und tragen je einen starken Stift (in der Form einer Grammophon-nadel) mit aufwärts gerichteten Spitzen, die genau wie die Röhren selbst durch Schrauben feststellbar sind. Die Fußplatte ist in der Mitte mit einer Flügelschraube zum Festschrauben an die Unterlage versehen. Der Schädel wird auf die drei Spitzen gesetzt und mit der Horizontiernadel in eine beliebige Ebene eingestellt. Der Kraniostat eignet sich ganz besonders zum Einstellen defekter brüchiger Schädel.

15i. Ein einfacher Apparat zur direkten Messung der Ohrhöhe des Schädels stammt von BLACK (1926) (Abb. 161). Der Apparat wird auf den MOLLISONschen Kraniophor aufgesteckt und gestattet eine leichte und exakte Maßbestimmung auf  $\frac{1}{2}$  mm Genauigkeit.

15k. Für Sammlungszwecke gibt es einfache und billige Federstative, auf denen der Schädel durch das Foramen magnum mit einer dreilappigen Feder montiert und der Unterkiefer durch dreischenkellige Unterkieferklammern festgehalten wird. Die Stativköpfe können auch mit Scharnier geliefert werden (vgl. Abb. 92).

15l. Zur Aufstellung von Schädelkalotten, die unter Umständen nicht gut mittels Zange gefaßt werden können, und speziell für ihre Orientierung in die Ohr-Augen-Ebene hat FISCHER ein besonderes Schädelstativ konstruiert, das in solchen Fällen gute Dienste leistet. Auf einem Fußbrett steht eine in der Mitte gebrochene, durch ein Scharniergelenk drehbare Holzsäule. Am oberen Säulenteil ist ein Zeiger, am unteren ein Winkelmesser aus Metall angebracht. Am oberen Ende der Säule sind zwei sich rechtwinklig kreuzende, nach abwärts gebrochene Messingbügel befestigt. Auf diese setzt man die Kalotte haubenförmig auf, so daß die Enden des längeren transversalen Bügels sich federnd an die Scheitelschlafengegend der Schädellinnenwand anlegen. Hat man bei senkrecht stehender Stativsäule die Kalotte in die Glabella-Inion-Ebene eingestellt, so steht der Zeiger auf  $90^\circ$ . Dreht man nun die oberen Säulenteile mit der Kalotte um eine bestimmte Anzahl von Graden, so kann man den Schädel approximativ in jede Horizontale, z. B. in die Ohr-Augen-Ebene, bringen.

15m. Verschiedene Stativ- und Knochenhalter, die speziell für die perigraphische Technik sehr praktisch sind, hat WETZEL (1911) konstruiert (Abb. 162). Sämtliche Stativ- (einfache, Doppel- und Normalstativ) können durch Klammern senkrecht an einer Tischplatte befestigt werden. Schädel mit intaktem Foramen magnum werden durch einen in dieses eingeführten stabförmigen Kraniophor, der sich an die Innen-



Abb. 161. Schädelhalter auf MOLLISONs Kraniophor zur leichten Bestimmung der Ohrhöhe des Schädels (nach BLACK).

fläche des Schädels anlegt, festgehalten. Ein T-förmiger Universalhalter mit zwei einfachen Klemmen gestattet die Befestigung ganzer Schädel oder Schädelkalotten an den seitlichen Partien der Orbita. Ein Universalknochenhalter mit drehbaren Dreifüßen oder Backen dient zur Festhaltung verschieden gestalteter Knochen. Eine Umlegevorrichtung gestattet die Orientierung des Objekts in jeder verlangten Ebene.

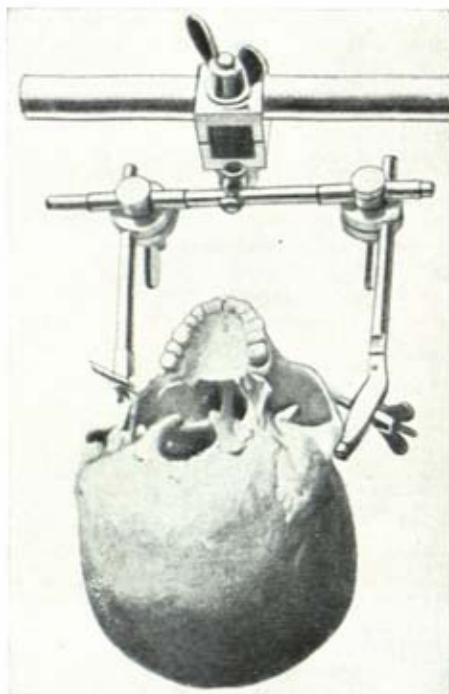


Abb. 162. T-förmiger Universalhalter (nach WETZEL).

Skala; man braucht hierauf nur den aufrecht stehenden Winkel an irgendeinen anderen Punkt des Knochens anstemmen, um die projektivische Entfernung des letzteren von jener Fläche (also irgendeine Länge, Breite oder Höhe) direkt ablesen zu können. Das Knochenmeßbrett ist bei weitem das einfachste und praktischste Instrument zur Bestimmung der meisten Dimensionen langer Knochen. Verwendbar ist an seiner Stelle natürlich auch der Stangenzirkel. Das einfache Knochenmeßbrett wird für Längen-, Höhen- und Breitenmessungen verwendet.

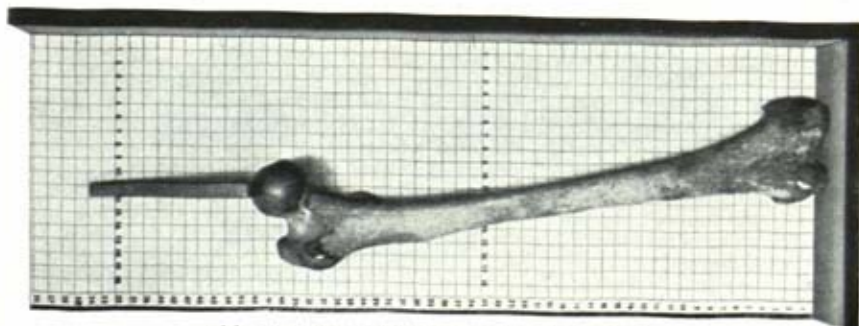


Abb. 163. Knochenmeßbrett, von oben gesehen.

Eine Reihe weiterer Instrumente wird speziell für osteometrische Untersuchungen verwendet.

16. Das Knochenmeßbrett (Abb. 163). Es besteht aus einem hart-hölzernen Brett von 65 cm Länge und 23 cm Breite. An der einen Längs- und Breitseite sind zwei 8 cm hohe Bretter senkrecht dazu festgeschraubt. Der Boden des Brettes muß metrisch eingeteilt werden, was am einfachsten durch Aufkleben eines genau eingeteilten Millimeterpapiers geschieht. Da sich das Millimeterpapier beim Anfeuchten leicht verzieht, muß es unter strenger Kontrolle mit einem Millimeterstab in kleinere etwa 10 cm breite Streifen quer zur Längsrichtung des Brettes aufgelegt werden. Man kontrolliere die Richtigkeit der Einstellung. Mit Tusche markiert man sich dann an den beiden freien Rändern die Zentimeterzahlen von 1 bis 63 bzw. von 0—18 cm, so daß der Nullpunkt stets in den Winkel zwischen dem horizontalen und den beiden senkrechten Brettern zu liegen kommt. Zum Ablesen der Knochenlänge bedarf man noch eines kleinen, 1 cm dicken hölzernen Winkels, der genau gearbeitet sein muß. Es genügt, wenn die eine Kathete 12 cm, die andere 8 cm lang ist. Legt man den Knochen mit einer seiner Flächen an die vertikale Wand des Meßbrettes an, so entspricht diese Stelle dem Nullpunkt der



16a. Das verbesserte Knochenmeßbrett nach RIED (Abb. 164, 165) macht außer den Längen-, Höhen- und Breitenmessungen auch noch die Ermittlung von Winkeln und Krümmungen möglich. Während die Länge des RIEDschen Knochenmeßbrettes wie bei dem einfachen Meßbrett 65 cm beträgt, ist seine Breite 25 cm. Die beiden 8 cm hohen Vertikalwände sind 3 cm unter das Horizontalbrett heruntergeführt, so daß das Bodenbrett, das eine Marmorplatte trägt, nicht auf dem

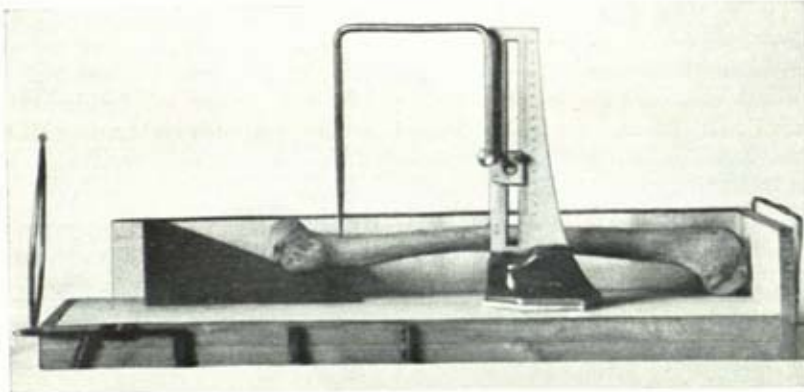


Abb. 164. Das Knochenmeßbrett nach RIED. Auf dem Meßbrett: Keil und WETZELScher Perigraph (modifiziert nach RIED).

Meßtisch aufliegt. Ferner ist die Vertikalwand an ihrem freien Ende in einer Länge von 5 cm bis zur Oberfläche des Bodenbrettes ausgeschnitten. An der oberen äußeren Kante der kurzen Vertikalwand ist längs ein Stahlstab angebracht, der an den Enden umgebogen und angeschraubt ist. Seitlich von der gegenüberliegenden offenen Schmalseite des Meßbrettes ist je eine Stekhülse horizontal, weiterhin in Abständen sind einige vertikal angebracht. Zu Winkelmessungen dient die Stahlschleife, die aus einem 5 mm starken Stahlstab gebogen ist. Ihre ungleich langen

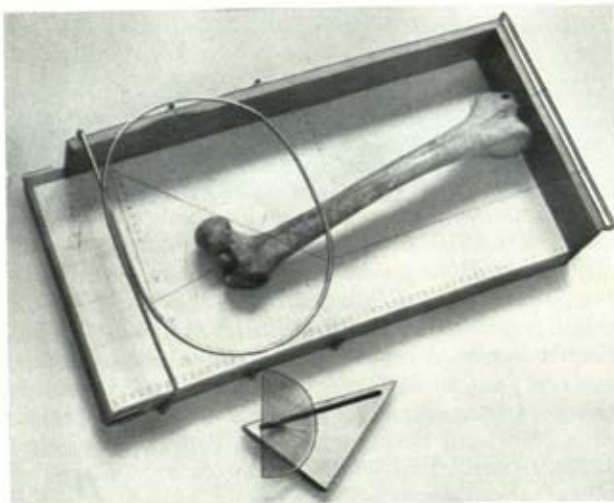


Abb. 165. RIEDsches Meßbrett von oben gesehen bei Bestimmung des Collo-Corpuswinkels und des Condylo-Diaphysenwinkels des Femur.  $\frac{1}{7}$  nat. Gr.

Enden stehen im rechten Winkel zur umschriebenen Fläche ab; Schleife wie Stahlstab an der kurzen vertikalen Wand tragen verschiebbare Spiralfederklemmen, deren Drahtenden zu Ösen gebogen sind. Je zwei Ösenklemmen halten einen schwarzen Faden fest, der wie ein Senkel mit kleinen Bleikugeln beschwert und straff gespannt wird. Die Fäden als Schenkel des zu bestimmenden Winkels lassen sich durch Verschieben der Ösenklemmen in beliebiger Richtung bis  $360^\circ$  einstellen. Der Winkel kann mittels durchscheinenden Winkelmessers abgelesen werden. Dieser Winkelmesser kann mit einer Schraube auf ein rechtwinkliges, mit Millimeterpapier beklebtes Hartholz-Dreieck aufgeschraubt werden und ist in einem Schlitz längs der Hypotenuse verstellbar. Es tritt dann in Funktion, wenn der Brettboden oder die kurze senkrechte Wand den einen Winkelschenkel und nur ein Faden den anderen bilden. Je nach Art der gewünschten Messung läßt sich die Stahlschleife vertikal in die horizontalen Hülsen und horizontal in die vertikalen Hülsen einstecken.

**Ermittlung der Krümmungen des Femur** (nach RIED, 1915): Man hält das Femur mit der Vorderseite nach oben quer vor sich in Augenhöhe, visiert über das distale Endstück von der Medialseite und gibt die tiefste Stelle mit einem queren Bleistiftstrich an; in ähnlicher Weise visiert man über das proximale Endstück von der Lateralseite und markiert die tiefste Stelle mit einem Bleistiftquerstrich. Darauf bezeichnet man an den beiden markierten Stellen die Mitte des Femurschaftes ebenfalls mit einem Bleistiftstrich. Dann legt man den Knochen so auf das Meßbrett, daß er mit der Dorsalseite der Condyles fest aufliegt und daß die beiden tiefsten Punkte, die Schnittpunkte der Bleistiftstriche, in einer Horizontalebene sich befinden. Nun folgt die Ermittlung des Krümmungsmaximums und die Bestimmung der Höhe dieses Punktes über die Horizontalebene, und man hat damit die Höhe der Krümmung erhalten. Die beiden zuerst genannten tiefsten „Punkte“ fallen mit den beiden Stellen der ventralwärts gerichteten Ausbiegung des Oberschenkelschaftes zusammen. Der distale Fußpunkt der Krümmung liegt zumeist wenige Zentimeter proximalwärts vom Gelenkflächenrand der Facies patellaris und fällt gewöhnlich in die beginnende Eintiefung der Fovea suprapatellaris. An schlankgebauten Femora Erwachsener fällt der proximale Fußpunkt der Krümmung zwischen Trochanter minor und Tuberculum colli inferius, bei Jugendlichen tiefer. Zur Einstellung der beiden Fußpunkte in eine Ebene wird der zum RIEDSchen Meßbrett gehörige Keil gebraucht, um das proximale Ende des Femur nach Bedarf zu heben. Die Höhenmessung kann mit MARTINS Diagraph oder besser mit dem WETZELSchen Perigraphen geschehen; er muß mit einem zweimal geknickten Weiser, der die Meßplatte berührt, wenn seine Führung auf den Nullpunkt der Skala eingestellt ist, versehen sein.

16 (1). **Tropometer** nach BACKMAN (1925): Es besteht aus einem Parallelepipedon, einer verschiebbaren Knochenstütze und einem Winkelinstrument, alle drei aus Metall.

16 (2). **Goniometer** nach BACKMAN (1915) ist ebenfalls für die Messungen an langen Röhrenknochen bestimmt. Es besteht aus drei Teilen: Holzstativ, einem Stahlarm und einem Winkelableseinstrument.

17. **Parallelgraph**, zur Messung von Winkeln bestimmt (Abb. 166). An zwei fest miteinander verbundenen vertikalen Stahlstangen können zwei Schieber, mit horizontalen ausziehbaren Stahlnadeln armiert, auf- und abgeschoben und in jeder beliebigen Höhe fixiert werden. An dem einen Ende der unteren Nadel ist eine senkrecht dazu gestellte Stahlspitze angebracht, welche genau vertikal unter der Spitze der oberen Horizontalnadel stehen muß. Dies ist der Fall, wenn beide Nadeln fest an der zweiten senkrechten Stange anliegen und gleich weit ausgezogen sind, was an der Teilung abzulesen ist. Durch diese Einrichtung kann die jeweilige Stellung der oberen Nadelspitze mit Leichtigkeit durch die untere senkrechte Nadel auf ein untergelegtes Blatt Papier übertragen werden. FINKBEINER (1923) verwendet zu Winkelmessungen zwei Eisenblechstreifen, die durch ein möglichst scharfgehendes Scharnier miteinander verbunden sind. Dann markiert er am Knochen die Achsen oder deren Endpunkte, legt die beiden Winkel des Schenkels in der Richtung der Achsen auf und liest mittels Winkelmesser ab.

Soll z. B. der Winkel der Gelenkachsen eines Extremitätenknochens mit dem Parallelgraphen bestimmt werden, so spannt man diesen, nachdem die Gelenkachsen durch aufgeklebte Stahlnadeln markiert wurden, senkrecht in einen Osteophor (Abb. 167) oder gewöhnlichen Retortenhalter, wie ihn der Chemiker benützt, ein. Stellt man den Halter dann auf eine glatte Fläche (Marmorplatte) und auf einen untergelegten Bogen Papier, so kann man mit dem Parallelgraphen je zwei Punkte der Achsen auf dem Papier abpunktieren. Man braucht dann nur noch die Linien auf dem Papier mit Bleistift auszuzeichnen und den Winkel mit dem Transporteur abzulesen. Der Parallelgraph gestattet ferner auch die Zeichnung von Knochenumrissen in jeder gewünschten Ebene, wozu er aber statt der senkrechten Stahlspitze mit einer Schreibvorrichtung (Bleistift) versehen sein muß. Besser geeignet für solche Osteogramme ist allerdings der Diagraph oder die Abgußmethode. Besonders geeignete Osteophore sind auch von STOLYHWO und WETZEL konstruiert worden.

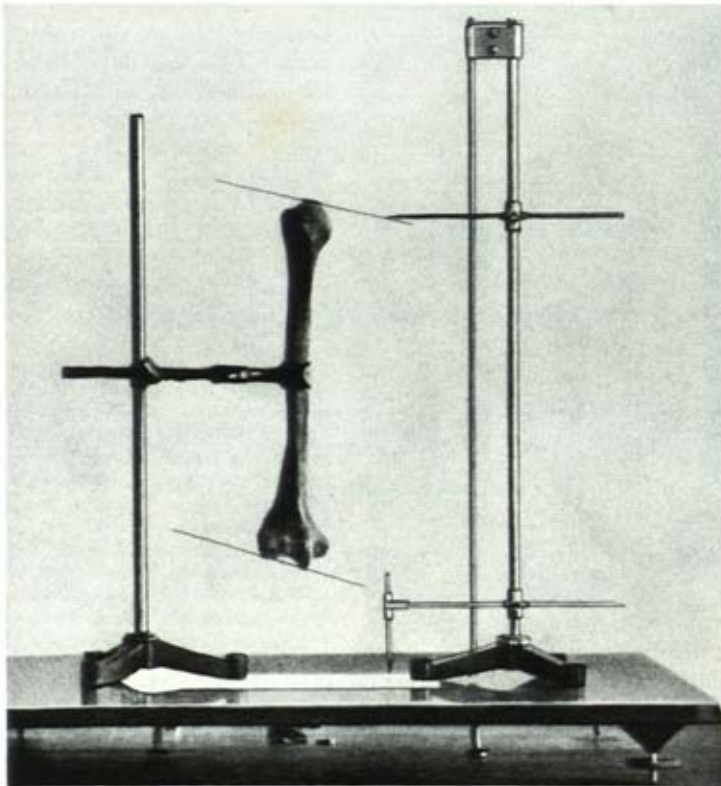


Abb. 166. Parallelgraph. Messung des Torsionswinkels des Humerus.

18. Zur Bestimmung der Gelenk- und Knochenachsen und zur Ablesung gewisser Winkel bedarf man auch einer Reihe verschieden langer, dünner, aber fester (unverbiegbare) Stahlnadeln, die man mit kleinen Wachsknöllchen am Objekt festkleben kann (vgl. Abb. 166). Das Ablesen der Winkel geschieht am besten mittels eines durchsichtigen Celluloid- oder Glastransporteurs. Letzteren kann man sich selbst auf photographischem Weg herstellen.

18 (1). Speziell für die Winkelmessungen an Wirbeln hat WETZEL (1909) einen einfachen Apparat konstruiert, der im wesentlichen aus zwei bzw. drei geschlitzten, gegeneinander verschieb- und verstellbaren Schienen besteht, deren jeweilige Stellung an der Zeichnung oder direkt an einem Transporteur abgelesen werden kann.



Zur Bestimmung verschiedener wichtiger Merkmale müssen ferner auch Umrisszeichnungen der Knochen angefertigt werden, wozu man sich des Diptographen bedienen kann. Für die Gewichtsbestimmung einzelner Knochen genügt eine einfache Waage. Beeinflusst wird das Gewicht aber sowohl durch den Zustand der Austrocknung bzw. der Art der Mazeration des Knochens, als auch durch das Volumen des Individuums, da die Porosität des Knochens mit dem Alter zunimmt. Das aus Volumen und Gewicht eines Knochens berechnete Porenvolumen (Hohlraumvolumen) ergibt auch eine sehr verschiedene Porosität des Knochens in den einzelnen Abschnitten unseres Körpers (FRIEDRICH, WETZEL).

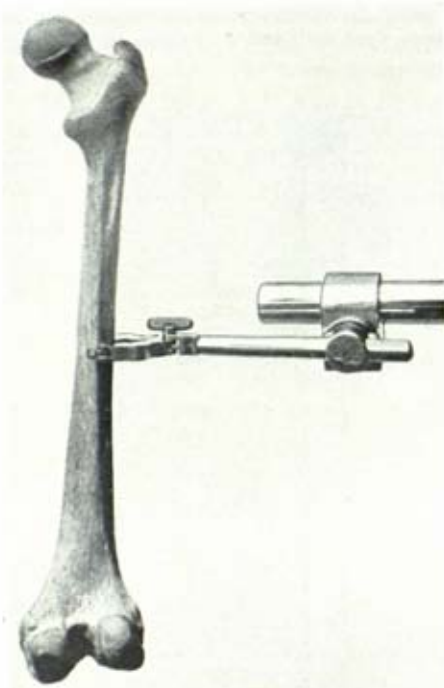


Abb. 167. Knochenhalter mit drehbaren Backen (nach WETZEL).

19. Volumenbestimmungen an Knochen werden entweder mit dem Voluminometer von BRUNN an mit Woodschem Metall ausgefüllten Knochen (FRIEDRICH) oder einfacher durch Wasserverdrängung in entsprechend großen Zylindern mit eben abgeschliffenem Rand und durch nachträgliche Wägung der verdrängten Wassermenge vorgenommen. Im letzteren Fall müssen die Knochen zuvor mit einer 8%igen warmen Gelatinelösung durchtränkt, nach der Erstarrung an ihrer Oberfläche aber wieder sorgfältig und vollständig von der Gelatine befreit werden (WETZEL).

Unterschiedliche Angaben über das spezifische Gewicht der Knochen erklären sich durch methodische Verschiedenheiten. Wenn die Flüssigkeit, in der das spezifische Gewicht bestimmt wird, nicht in die Poren des Knochens eintritt, dann wird das äußere Volumen des Knochens bestimmt, und man erhält auf diese Weise nur die scheinbare Dichtigkeit des porösen Körpers mit einem Wert von ungefähr 1,7. Wird das spezifische Gewicht bestimmt nach völliger Evakuierung im luftleeren Raum, d. h. wenn die Flüssigkeit völlig die Poren erfüllt, dann ergibt sich die Bestimmung einer realen Dichtigkeit mit ungefähr 2,3. Wird vollends organische Materie völlig entfernt ohne Veränderung der Mineralien, dann ergibt sich für den Mineralstoffknochen eine reelle Dichtigkeit von etwa 2,9 (MORGENTHAUER u. BAUD).

20. Für Flächenmessungen ist besonders das Kugelpolarplanimeter (nach OTT, Kempten) bewährt (Abb. 168). Es besteht aus einem Fahrstab, an dem in einem kleinen Gestell das Meßrädchen sitzt, durch welches die Messung bewirkt wird, und einem Führungsstab. Der Führungsstab ruht mit seinem beschwerten kugelförmigen Pol in einem auf dem Zeichenbrett liegenden Lager. Das Zeichenbrett muß mit einem nicht zu glatten und nicht zu rauen Papier bespannt sein, damit das Meßrädchen nicht gleitet oder in seinem Lauf gehemmt wird. Man legt den Umriss der Fläche so, daß ihr größter Durchmesser ungefähr parallel zur Längsrichtung des Fahrstabes steht, wenn dieser selbst etwa senkrecht zum Führungsstab liegt. Mit dem Stift am Ende des Fahrstabes drückt man eine Marke an einer beliebigen Stelle des Umrisses ein. In dieser Stellung des Instruments stellt man das Meßrädchen auf 0 ein, oder man notiert die am Meßrädchen und Nonius angegebene vierstellige Zahl. Dann umfährt man genau mit dem Stift den

Umriß, bis man wieder an dem markierten Punkt ankommt. Die jetzt eingestellte Zahl bzw. die Differenz zwischen ihr und der erst notierten Zahl ergibt das umfahrene Flächenmaß. Man kann die Messung kontrollieren, indem man die Fläche noch einmal in umgekehrter Richtung umfährt; man muß dann wieder auf den Ausgangswert der Messung zurückkommen.

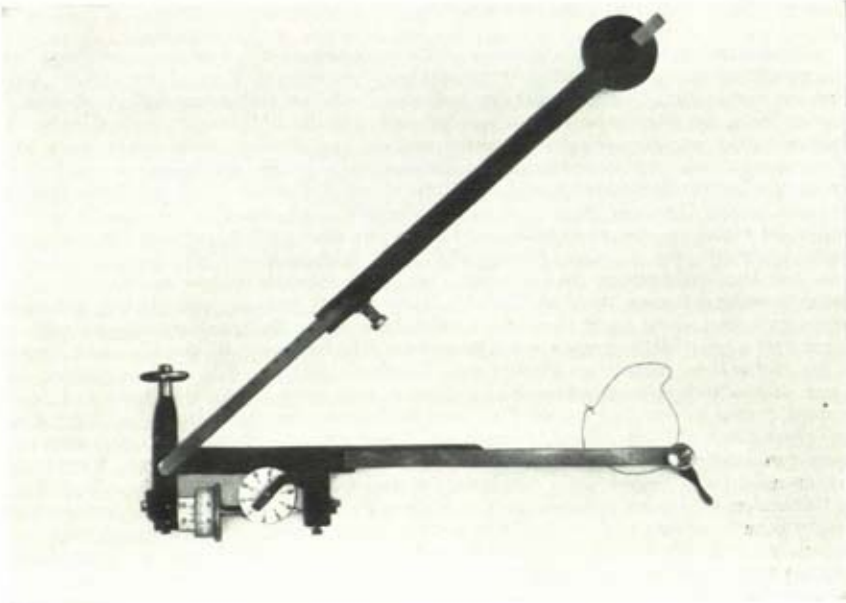


Abb. 168. Kugelpolarplanimeter nach Orr.

Man kann Flächen auch bestimmen, indem man sie mit einem Pauspapier bedeckt, das in qcm und qmm eingeteilt ist und in dem man dann die qcm und qmm auszählt, welche die Fläche decken. Das Verfahren ist zeitraubend und ungenau. Auch durch Wägung von entsprechenden Ausschnitten auf Karton und Vergleichswägungen von Flächen bekannter Größen kann man zu entsprechenden Flächenbestimmungen kommen.

Für Instrumente, die zur Bestimmung der Haut-, Augen- und Haarfarbe dienen, vgl. S. 386 ff.

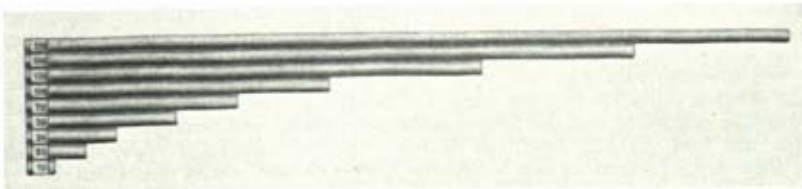


Abb. 169. Verifikator.

21. Sämtliche Instrumente sind stets in gutem Zustand zu halten und von Zeit zu Zeit auf ihre Genauigkeit hin zu prüfen. Ein jedes anthropologische Laboratorium sollte daher für Eichzwecke mit einem sogenannten Verifikator versehen sein, den man sich einfach aus aneinandergelöteten Messingstäbchen bestimmter Länge herstellen kann (Abb. 169).

Man reibe die metallenen Instrumente nach dem Gebrauch, besonders bei feuchten Händen, mit einem Stück Wildleder ab und schütze sie vor dem Rostigwerden durch gelegentliches Abwischen mit einem leicht geölten Tuchlappen. Auch die Schraubchen und Führungen sind von Zeit zu Zeit einzuölen. Wenn die Maßeinteilung undeutlich wird, kann man sie mit etwas schwarzem Wachs oder Metalllack einreiben, der die Vertiefung ausfüllt. Die überschüssige Masse muß mit Schmirgelpapier Nr. 1 abgerieben werden.

Für Reisen, die der Anthropologe vielfach zu seinen Erhebungen ausführen muß, ist es zweckmäßig, die wichtigsten Instrumente in besonderen Taschen oder Koffern zu vereinigen. Die Auswahl der Instrumente hängt selbstverständlich ab von der Fragestellung, die jeweils bearbeitet werden soll. Für die üblichen rassenkundlichen Erhebungen sind verschiedene Instrumententaschen und Hüllen, auch sogenannte Meßkoffer, angegeben, die die notwendigen Zusammenstellungen enthalten. So umfaßt die sogenannte Instrumententasche nach MARTIN einen Tasterzirkel, einen Gleitzirkel, ein Bandmaß, einen Dermographen und einen Bleistift. Auch die Ohrhöhenadel läßt sich noch leicht einfügen. In einer Seitentasche können eine größere Anzahl Beobachtungsblätter untergebracht werden. Ein zweites Etui enthält die Anthropometer. Augen-, Haar- und Hautfarbentafel, ein Dynamometer und eventuelle andere Ausrüstung müssen nebenher mitgenommen werden. Ein Meßkoffer (nach SALLER) enthält die genannten Instrumente und dazu noch photographische Utensilien. Gelegentlich müssen auch ein Phonograph (Plattengeräte wie Dimaphon, Bandgeräte z. B. von GRUNDIG, jeweils mit ausreichendem Vorrat an Platten und Bändern) und ein Filmapparat (8 mm oder 16 mm Schmalfilmgeräte des Handels) mitgenommen werden. Wo die Reise in fremden Ländern, zumal in den Tropen, zu Fuß zurückgelegt werden muß, sind alle Gegenstände auf Trägerlasten (15—50 Pfund, je nach der Regel des betreffenden Landes) von vornherein zweckmäßig zu verteilen. Wo es sich um Transport mittels Wagen, Karren oder Lasttieren handelt, liegen die Verhältnisse einfacher. Für die persönlichen Bedürfnisse des Reisenden sind noch notwendig: Ein kleines Feldlager, bestehend aus einer zusammengerollten Matratze und einem Moskitonetz, ferner genügend Kleidung, Wäsche und Beschuhung zum Wechseln. Eine gute Bewaffnung wird zur Jagd und zur Verteidigung, wenn sie notwendig werden sollte, von Vorteil sein. Eine Handapotheke ist unerlässlich. Kleine medizinische Hilfeleistungen können dem Reisenden oft von größtem Nutzen sein. Geld, Tauschwaren und Geschenke richten sich natürlich ganz nach der Gegend. Sie sind stets reichlich mitzunehmen.

## β) Somatometrische Technik

### 1. Allgemeine Bemerkungen

Zur Vornahme der Körpermessungen soll das Individuum nackt in straffer Haltung auf ebenem Boden frei oder mit dem Gesäß und Rücken (nicht mit dem Hinterhaupt) an eine Wand (Mauer, Pfahl) gelehnt stehen. Dabei sollen die Füße geschlossen, d. h. die Fußachsen parallel gerichtet oder leicht nach vorn divergierend sein und die Fersen an der Wand anstoßen. Nur in seltenen Fällen wird man die Messung an einem mit Hemd oder mit Schwimmanzug bekleideten Individuum vornehmen, denn auch durch das dünnste Kleidungsstück leidet die Genauigkeit der Feststellung der Meßpunkte und geht die Kenntnis des Körperreliefs und der Körperhaltung verloren. In Schuhen gemessene Körperhöhen sind wertlos, da die Höhe der Absätze und die Dicke der Sohlen in weiten Grenzen schwankt und auch durch Betrachtung der Schuhe nicht genau bestimmt werden kann. RAUTMANN fand bei Soldaten einen Unterschied zwischen der Körpergröße in Stiefeln und der Körpergröße ohne Stiefel und Strümpfe von 2—4 cm, im Durchschnitt 2,95 cm. Die Schultern dürfen nicht hochgezogen werden. Die möglichst gestreckten Arme hängen an den Seiten des Körpers herab, wobei die Handteller gegen die Seitenflächen der Oberschenkel sehen. Ist kein ebener Boden zur Vornahme der Messungen vorhanden oder will man nur kleine Kinder messen, so stelle man das Individuum auf eine Kiste oder einen Stuhl von nicht weniger als 70 cm im Quadrat, dessen horizontale Lage möglichst mit der Wasserwaage zu kontrollieren ist. Fehlt auch eine vertikale Wand, so achte man besonders scharf auf ganze Streckung des Körpers und stelle das Anthropometer für die Messung der Körpergröße statt an die Vorderseite im Rücken des Individuums auf. In jedem Fall muß auf den zu Messenden wie auf das Meßinstrument volles Licht fallen.

Der Kopf des zu messenden Individuums soll ohne Muskelanstrengung auf dem Hals aufrufen, sich also möglichst in der Gleichgewichtslage befinden; er ist durch den



Beobachter so einzustellen, daß das rechte Orbitale und beide Tragia (vgl. Meßpunkte) möglichst genau in eine Horizontal-(Ohr-Augen-)Ebene fallen. Der Blick ist ruhig gegen den Horizont zu richten. Bei dieser Einstellung berührt meist nur bei Dolichokephalen der Hinterkopf die senkrechte Wand. Bei Kurzköpfen bleibt er mehr oder weniger davon entfernt. Von vielen Anthropologen wird nur die Einstellung des Kopfes in die Blickebene verlangt; dies genügt aber nicht, denn man kann bei sehr verschiedener Kopfhaltung den Blick horizontal vorwärts richten.

Die nicht in der Mediansagittal-Ebene gelegenen Körpermaße werden sämtlich an der rechten Körperseite genommen, weil dabei der Messende das Instrument, d. h. den Schieber des Anthropometers, mit der rechten Hand führen kann. Nur bei einzelnen Individuen körperlich stark arbeitender Bevölkerungsschichten sind die Meßpunkte der oberen Extremität linksseitig oft leichter festzustellen als rechtsseitig. Für die Beurteilung der Körperasymmetrie sind selbstverständlich beide Körperseiten zu messen.

Die Körperhaltung des Individuums darf sich während der Abnahme der Messung nicht verändern, weil viele Dimensionen als Projektionsmaße genommen werden. Die gelegentlich geäußerte Meinung, daß alle Projektionsmaße des Körpers infolge des allmählichen Nachlassens der strammen Körperhaltung notwendigerweise ungenau sein müssen, ist unrichtig. Dies trifft nur für ungeübte und unachtsame Beobachter zu. Der Erfahrene, der in rascher Folge die Messungen vom Scheitel beginnend, in absteigender Richtung ausführt und die Vorsichtsmaßregeln kennt, die ihm eine stetige Kontrolle der Körperhaltung des zu messenden Individuums ermöglichen, wird zu relativ sicheren Resultaten gelangen. Außerdem darf nicht übersehen werden, daß die indirekte Feststellung der allgemeinen Körperdimensionen absolut mehr leistet als die direkte Messung, denn auch die Höhenlage der einzelnen, besonders der bilateral symmetrischen Punkte, ihr Verhältnis untereinander und zu benachbarten Organen ist von Wert. Ist ein Individuum dauernd unruhig, so gebe man die Messung auf, was auch geschehen sollte, wenn man selbst eine beginnende Ermüdung fühlt.

Sollen Körpermessungen an Lebenden oder an Leichen im Liegen ausgeführt werden, so muß das Individuum mit dem Rücken auf einer horizontalen Unterlage (Tisch) ausgestreckt liegen und mit der Sohlenfläche der Fersen eine vertikale Wand berühren. Man kontrolliere von Zeit zu Zeit, ob dieser Kontakt nicht verlorengegangen ist. Der Kopf ist so zu lagern, daß die Ohr-Augen-Ebene senkrecht zur Tischfläche gerichtet ist.

Nach Untersuchungen MARTINS an 25 mittelgroßen Individuen beiderlei Geschlechts sind beim Liegenden gegenüber den Maßen im Stehen sämtliche absolute Entfernungen von der Unterfläche der Sohle (bei großen individuellen Schwankungen) größer, und zwar um folgende durchschnittlichen Beträge:

Höhe des Scheitels	15 mm
Höhe des oberen Brustbeinrandes	14 mm
Höhe der Brustwarze	36 mm
Höhe des Nabels	27 mm
Höhe des Schambeinrandes	21 mm
Höhe des Kniegelenkes	20 mm
Höhe des inneren Knöchels	20 mm
Höhe des Akromions	55 mm
Höhe des Ellenbogengelenkes	55 mm
Höhe des Griffelfortsatzes	55 mm
Höhe der Mittelfingerspitze	55 mm

Man ersieht aus diesen Zahlen, daß beim Liegenden vor allem die Schultern hochgezogen werden und daß auch die Brustwarze höher liegt. Infolge der anderen Neigung und Lagerung des Beckens kommt aber auch der Schambeinrand höher, wodurch alle Maße der unteren Extremität zunehmen. Die Verschiebung des Brustbeinrandes wie diejenige des Scheitels hängt mit der Streckung der Wirbelsäule zusammen. Die größere Entfernung des Nabels von den Sohlenflächen ist wohl dadurch zu erklären, daß die Bauchwand beim Liegen etwas zurückinkt bzw. beim Stehen sich mehr nach unten senkt. Diese Unterschiede in den absoluten Entfernungen von der Unterfläche sind aber auch von Einfluß als die absoluten Maße. So ist die Länge der vorderen Rumpfwand des Liegenden im Mittel um 7 mm kleiner als beim Stehenden. Auch für die obere und untere Extremität haben sich kleine Minusunterschiede ergeben. Ferner ändert sich selbstverständlich das Verhältnis der einzelnen Extremitätenmaße sowohl zur Körpergröße als zur Rumpflänge, und zwar in entgegengesetzter Richtung.

Es dürfen daher Maßzahlen, die am Liegenden bzw. an der Leiche gewonnen wurden, niemals mit denen des stehenden Individuums vereinigt und verglichen werden.

Der Vorschlag, sämtliche Körpermessungen statt im Stehen im Liegen vorzunehmen (PFITZNER, LAPIQUE, PAPILLAUT), ist zu verwerfen. Abgesehen von den praktischen Schwierigkeiten, diese Art der Messung z. B. auf Forschungsreisen durchzuführen, werden sich Angehörige primitiver Rassen und selbst Halbkultur- und Kulturvölker, besonders Frauen, nur in den seltensten Fällen dazu verstehen, sich vor einem Europäer der Länge nach ausgestreckt hinzulegen. Wir würden daher gerade der wichtigsten Resultate verlustig gehen, um des einen Vorteils willen, unsere europäischen Leichenmessungen, die an Zahl immer gering bleiben werden, mit den Messungen fremder Rassen vergleichen zu können.

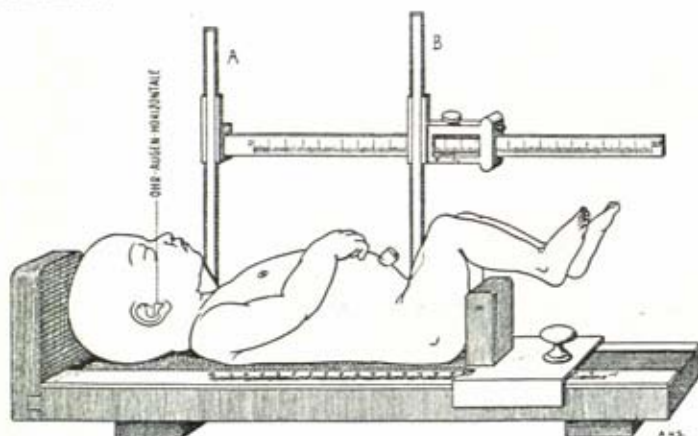


Abb. 170. Meßbrett mit Neugeborenem in vorgeschriebener Lage zur Messung der Sitzhöhe. Der MARTINSche Gleitzirkel mit abnehmbaren Tastern ist in der Abbildung so gehalten, wie er zur Messung der Rumpflänge zu halten ist. Die Maßstäbe A und B können senkrecht verstellt werden. Der Meßstab B kann waagerecht entlang der Skala der horizontalen Meßstange bewegt werden.

Eine Methode zur Messung menschlicher Embryonen hat MALL (1907) beschrieben. A. H. SCHULTZ (1929) hat einen Apparat zur Messung Neugeborener konstruiert (Abb. 170).

Wie schon bemerkt, sollten, wenn irgend möglich, alle Körpermessungen am nackten Individuum vorgenommen werden. Das Anlegen einer Schambinde in Form eines Tuches, das zwischen den Beinen durchgezogen und vorn und hinten über eine Lendenschnur umgeschlagen wird, beeinträchtigt das Meßverfahren nicht. Mit jedem weiteren Kleidungsstück aber nimmt die Genauigkeit des Messens kontinuierlich ab; an bekleideten Individuen sind nur ganz wenige Maße und nur von Geübten festzustellen. Schulkinder sollen nicht in Anwesenheit ihrer Genossen gemessen werden. Voraussetzung bei allen Messungen am Lebenden ist, daß der Beobachter selbst den nötigen Takt und großen Ernst an den Tag legt.

Zur Vornahme der Kopfmessungen läßt man das zu messende Individuum sich am besten auf einen niederen, ca. 40 cm hohen Hocker ohne Lehne setzen. Die Kopfhaltung ist dieselbe wie beim Stehen.

Wer noch keine große Übung im Messen besitzt, tut am besten, zuerst die wichtigsten Meßpunkte aufzusuchen, mit dem Dermographen (bei heller Haut blau oder schwarz, bei dunkler rot) zu bezeichnen und erst nachher mit den Messungen zu beginnen. Die Messungen können dann viel rascher und sicherer ausgeführt werden, als wenn die Punkte erst während des Messens festgestellt werden müssen. Bei der Aufsuchung der Meßpunkte bediene man sich sowohl des Auges wie der tastenden Hand. Letztere ist oft imstande, kleine Unebenheiten, leichte Umbiegungen der Fläche festzustellen, die das Auge nicht oder nur bei günstiger Beleuchtung wahrnehmen kann. Gesichtssinn und Tastsinn sollen sich also stets gegenseitig unterstützen. Die in der Mediansagittal-Ebene gelegenen Punkte suche man je nach Bedürfnis entweder mit der Fingerbeere des rechten Zeigefingers oder mit dem medialen Rand der Fingerbeere des Daumens auf. Bei bilateral



vorhandenen Punkten palpiert man am besten gleichzeitig mit beiden Händen, weil man sich auf diese Weise schneller orientiert und auch auf vorhandene Asymmetrien aufmerksam wird. Da man naturgemäß während des Palpierens die Hand verschiebt, so muß man sie zuerst wieder in die Ruhelage der Stellung, in welcher die Messung vorgenommen wird, zurückkehren lassen, ehe man mit dem Dermographen den Punkt bezeichnet. Dieses Zeichen soll nur in einem Kreuzchen oder einem dünnen kurzen Strich bestehen. Am notwendigsten zu bezeichnen sind am Körper: Symphision, Iliospinale, Akromion, Radiale, Stylion und Tibiale; am Kopf: Nasion, Tragion und Orbitale. Will man die Punkte zum Photographieren markieren, so benütze man kleine Stückchen schwarzen, bzw. bei dunkleren Rassen hellen Heftpflasters.

Der Anfänger unterlasse nicht, so lange Kontrollmessungen anzustellen, bis er die Technik vollkommen und sicher beherrscht. Kleine Differenzen sind allerdings nicht zu vermeiden. Die zulässigen Fehler, bedingt durch die verschiedene Schwierigkeit, die Meßpunkte festzustellen, sowie durch die Haltung des Individuums, betragen für die wichtigsten Kopfmaße 0,5–1 mm, für die Kopfhöhe 2 mm, für die meisten Körpermaße 3–5 mm, für die Körpergröße und die großen Ausmessungen (Spannweite) 10 mm.

Natürlich darf man während der Messungen weder die Haltung des Individuums, noch die Meßpunkte am Körper, noch das Instrument außer acht lassen. Man hüte sich besonders auch vor Ablesungsfehlern; sie sind, wenn sie bei den späteren Berechnungen entdeckt werden, gewöhnlich nicht mehr gutzumachen. Man stelle sich daher immer so, daß volles Licht auf das zu messende Individuum sowie auf die Skala des Instruments fällt. Es ist unpraktisch und zeitraubend, die gefundenen Maßzahlen selbst in die Beobachtungsblätter einzutragen; es empfiehlt sich daher, sie einer dritten Person, einem Gehilfen, zu diktieren, der sie zur Kontrolle wiederholt.

## 2. Die wichtigsten somatometrischen Punkte

Die metrische Aufnahme des menschlichen Körpers hat zur Aufstellung einer Reihe somatometrischer Punkte geführt, die einer genauen Beschreibung bedürfen. Die dabei angewandten Termini erscheinen auf den ersten Blick vielleicht unnötig, machen aber wiederholte umständliche Definitionen überflüssig und gestatten jederzeit eine kurze und eindeutige Beschreibung der Meßtechnik.

Die im nachstehenden gewählte Reihenfolge entspricht der Ordnung, in welcher die Punkte am Körper aufzusuchen und die Messungen durchzuführen sind.

### a) Punkte am Körper (Abb. 171)

	Seite		Seite
Akromion . . . . .	313	Omphalion . . . . .	312
Akropodion . . . . .	316	Phalangion . . . . .	313
Caudale . . . . .	315	Plantare . . . . .	316
Cervicale . . . . .	313	Pododactylon . . . . .	316
Coccygeale . . . . .	315	Pternion . . . . .	316
Daktylion . . . . .	313	Radiale . . . . .	313
Femorale . . . . .	315	Sphyrion . . . . .	316
Iliocristale . . . . .	314	Sphyrion fibulare . . . . .	316
Iliospinale ant. . . . .	314	Stylion . . . . .	313
Iliospinale post. . . . .	315	Suprasternale . . . . .	311
Lumbale . . . . .	313	Symphision . . . . .	312
Mesosternale . . . . .	312	Thelion . . . . .	312
Metacarpale radiale . . . . .	314	Tibiale . . . . .	315
Metacarpale ulnare . . . . .	314	Tibiale externum . . . . .	315
Metatarsale fibulare . . . . .	316	Trochanterion . . . . .	315
Metatarsale tibiale . . . . .	316		

Suprasternale (sst), vom gr. *στέρνον* = Brust, lat. *Supra* = oberhalb, und *sternum* = Brustbein (oberer Brustbeinpunkt, fourchette sternale, suprasternal point), = derjenige am Oberrand des Brustbeins gelegene Punkt der Incisura jugularis, der von der Mediansagittal-Ebene geschnitten wird. Der Punkt ist bei den meisten Menschen durch eine deutliche Grube charakterisiert und kann, ausgenommen bei starken Kropf-



bildungen, stets genau festgelegt werden. Ist der Übergang vom Vorderrand des Manubrium sterni in den Oberrand kein scharfer, sondern ein allmählicher, dann muß man ziemlich tief mit dem Finger von oben her nach innen drücken, um den richtigen Meßpunkt zu finden.

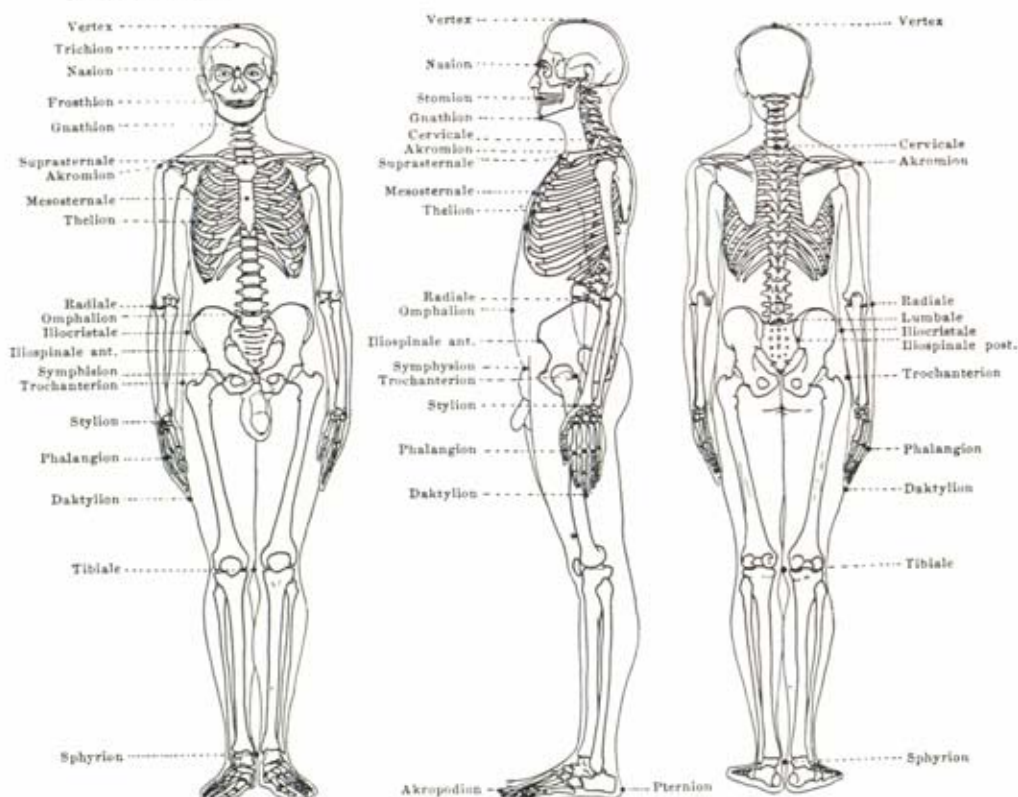


Abb. 171. Körpermeßpunkte (Übersicht).

**Mesosternale (mst)**, vom griech. μέσος = mittel und στέρνον = Brustbein, = derjenige Punkt der vorderen Brustwand, an welchem eine die beiden Articulationes sterno-costales IV verbindende Gerade von der Mediansagittal-Ebene geschnitten wird. Das Abzählen der Rippenknorpel an der Seite des Sternum macht keine Schwierigkeiten. Man geht am besten von der zweiten Articulation aus, die auf dem Vorderrand des Brustbeins durch eine quere Erhebung, welche der Trennungslinie zwischen Manubrium und Corpus sterni entspricht, in ihrer Höhe bestimmt wird.

**Thelion (th)**, vom griech. θήλη = Brustwarze (Warzenpunkt, Mamillarpunkt, momelon), = Mittelpunkt der Brustwarze. Der Punkt wird nur bei Kindern und Männern sowie bei Frauen ohne Descensus mammae zu Messungen benützt.

**Omphalion (om)**, vom griech. ὀμφαλός = Nabel (Nabelpunkt, omilic) = Mittelpunkt des Nabels, in der Mediansagittal-Ebene gelegen.

**Symphision (sy)**, vom griech. σύνφυσις = Vereinigung zweier Knochen (Schambeinpunkt, bord supérieur de la symphyse pubienne, top of symphysis pubis), = derjenige Punkt des Oberrandes der Symphysis ossis pubis, der in der Mediansagittal-Ebene gelegen ist. Um den Oberrand der Symphyse zu finden, fahre man, rechts stehend, mit der flachen rechten Hand (Innenfläche und gestreckten Fingern) auf der Bauchwand des Untersuchungsobjektes vom Nabel an abwärts, bis man unter leichtem Druck mit den Fingerspitzen auf eine harte Unterlage stößt. Will man den Punkt bezeichnen, so geschieht es da, wo der Vorderrand des Mittelfingernagels auf der Haut aufliegt. Man hüte sich, auf die Vorderwand der Symphyse zu gelangen oder gar die äußeren Geschlechtsteile zu berühren. Das Symphision liegt stets viel höher als diese, ungefähr im Niveau

der oberen Schamhaargrenze bzw. einer kleinen transversalen Beugungsfurche, die bei vielen Individuen den Schamberg nach oben abgrenzt. Die Bauchhaut soll während des Aufsuchens des Punktes möglichst entspannt werden. Der Punkt ist auch bei reichlicher Entwicklung des Fettpolsters auf dem Schamberg ziemlich genau festzustellen.

**Cervicale (c)**, vom lat. *cervix* = Hals, = Spitze des Dornfortsatzes des 7. Halswirbels. In der Mehrzahl der Fälle entspricht die Vertebra prominens dem gesuchten Punkt. Um nicht irre zu gehen, läßt man den Kopf nach vorn beugen, wobei der Dornfortsatz des 7. Halswirbels sich von demjenigen des 1. Brustwirbels deutlich entfernt. Die Bezeichnung des Punktes mit dem Dermographen darf aber erst erfolgen, wenn der Hals wieder gestreckt ist. Eine Verwechslung mit dem Dornfortsatz des sechsten Hals- oder ersten Brustwirbels ist nicht ausgeschlossen.

**Lumbale (lu)**, vom lat. *lumbus* = Lende, = Spitze des Dornfortsatzes des V. Lendenwirbels. Der Punkt ist schwer ganz genau festzustellen, am besten durch Abzählen sämtlicher Dornfortsätze vom 7. Halswirbel an bei stark nach vorn gebeugtem Rumpf; er darf aber erst auf der Haut markiert werden, nachdem der Rumpf wieder gestreckt ist. Bei großen Messungsreihen ist diese Methode aber zu zeitraubend; einfacher ist es, bei gestrecktem Rumpf die Oberränder der Cristae iliacae und der Spinae iliacae post. pub. durch zwei Gerade zu verbinden, und man wird den Dornfortsatz des V. Lendenwirbels dann gewöhnlich in der Mitte zwischen den beiden Linien finden.

**Akromiale (a)**, vom griech. *ἀκρος* = äußerst und *ὀμος* = Schulter (Schulterpunkt, acromial point), = derjenige Punkt des Seitenrandes des Processus acromialis des Schulterblattes, der bei aufrechter Körperhaltung und hängendem Arm am meisten seitlich gelegen ist. Der Punkt ist leicht festzustellen, wenn man mit Zeige- und Mittelfinger die Spinae scapulae aufsucht und ihren Verlauf von hinten innen nach vorn und auswärts verfolgt. Andere ziehen vor, von der Clavicula auszugehen. Man muß in diesem Fall natürlich die Articulatio acromio-clavicularis und die vordere Ecke des Akromion überschreiten, um den Meßpunkt zu finden. Der Punkt liegt also an dem Seitenrand und ist gewöhnlich zwischen zwei etwas divergierenden Ursprungssehnen des Deltamuskels leicht zu fühlen; man markiere ihn daher seitlich, nicht oben auf dem Processus acromialis. Ein auf diese Weise bestimmter Punkt ist ungefähr, wie Frontalschnitte durch das Schultergelenk beweisen, 3–5 mm vom Oberrand des Humeruskopfes entfernt. Bei mageren Individuen tritt der ganze Processus acromialis deutlich hervor. Man beachte übrigens die für die ganze Topographie der Schulter individuell so stark verschiedene Ausbildung, Richtung und Höhenlage des Akromion und vor allem sein Lageverhältnis zum Schultergelenk (Articulatio acromio-clavicularis).

**Radiale (r)**, vom lat. *radius* = Stab, Speiche, = derjenige Punkt am Oberrand des Capitulum radii, der bei hängendem Arm (Palma nach innen gekehrt) am höchsten gelegen ist. Bei hängendem gestrecktem Arm bildet die gesuchte Stelle ein mehr oder weniger vertieftes, deutlich sichtbares Grübchen; in demselben verläuft die Fuge der Articulatio humeroradialis annähernd horizontal, so daß es genügt, das Niveau der Gelenkfuge aufzusuchen. Dieselbe ist stets leicht zu finden. Man kann sich durch Pronation und Supination des Vorderarmes mit Leichtigkeit davon überzeugen, ob man wirklich die Gelenkfuge palpiert, weil man das rotierende Radiusköpfchen unter dem unbeweglich bleibenden Condylus humeri fühlt.

**Stylien (sty)**, vom griech. *στυλός* = Säule, Griffel (Apophyse styloid, styloid processus), = derjenige Punkt des Processus styloideus radii, der bei hängendem Arm am meisten nach unten gerichtet ist (Abb. 172). Dieser Punkt wird am leichtesten gefunden, indem man zuerst den ganzen Fortsatz palpiert und dann mit der Nagelplatte des Daumens von unten her proximalwärts gegen die äußerste Spitze des Griffelfortsatzes fährt. Er liegt in der sogenannten Tabatière, d. h. in einer bei Spreizung des Daumens deutlichen durch die Endsehnen des M. abductor pollicis longus + externus pollicis brevis und M. extensor pollicis longus gebildeten dreieckigen Vertiefung. Man achte darauf, wirklich die Spitze des Fortsatzes aufzufinden. Für Messungen an der Ulna kann man auch von einem Stylien ulnare reden.

**Daktylion (da)**, vom griech. *δάκτυλος* = Finger (extrémité inférieure du doigt medius, tip of the middle finger), = derjenige Punkt am Vorderrand der Fingerbeere des Mittelfingers, der bei hängendem Arm am tiefsten gelegen ist (Abb. 172). Die entsprechenden Punkte der übrigen Finger können als Daktylia I, II, IV und V bezeichnet werden.

**Phalangion (ph)**, vom griech. *φάλαγξ* = Rolle, Schlachtordnung, schließlich Fingerglied, = derjenige Punkt am proximalen Ende der Grundphalanx eines Fingers, der am dorsalen Umschlagsrand der Gelenkfläche gelegen ist (Abb. 172). Die Articulationes metacarpophalangeae sind auf der Streckseite der Hand (Handrücken) distal vom sogenannten Knöchel zu beiden Seiten der Endsehnen der Extensoren deutlich zu fühlen,



wenn man diese letzteren zwischen die Fingerbeeren des Daumens und Zeigefingers faßt und die Haut leicht hin und her schiebt. Der Punkt wird an der medialen Seite der Sehne bezeichnet. Die einzelnen Phalangia sind durch römische Zahlen (ph I, II, III, IV, V) zu unterscheiden. Das Phalangion I wird am besten gefunden, wenn der Beobachter den Daumen des Individuums zwischen Zeigefinger und Daumen seiner eigenen linken Hand faßt und dann mit dem ersten die Grundphalanx nach oben, mit letzterem das Metacarpale radiale nach unten drückt. Die Gelenkfuge kann mit dem Daumnagel markiert werden.

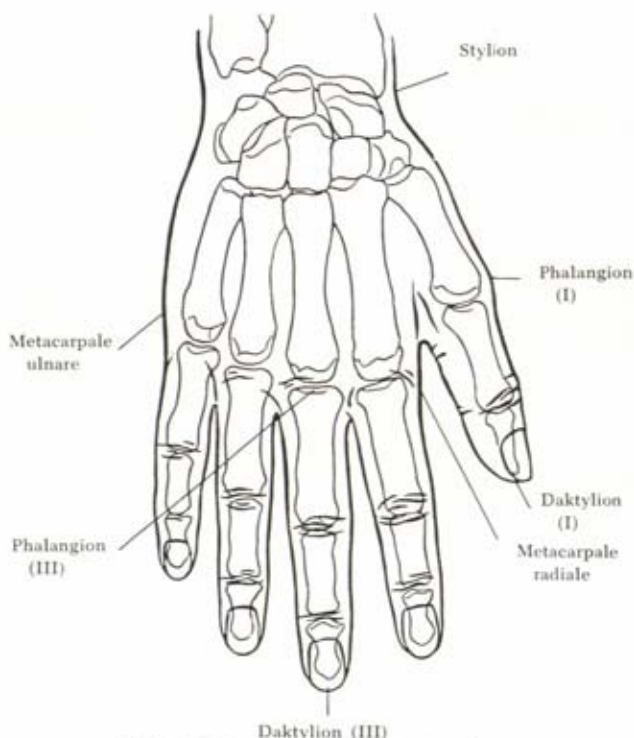


Abb. 172. Handrücken mit Meßpunkten.

**Metacarpale radiale (mr)**, vom griech. *μετακάρπιον* = Mittelhand, = der am meisten medial vorspringende Punkt des Köpfchens des Os metacarpale II bei gestreckter Hand (Abb. 172). Man beachte, daß der Punkt mehrere Millimeter proximal von der *Articulatio metacarpophalangea* gelegen ist.

**Metacarpale ulnare (mu)** = der am meisten lateral vorspringende Punkt des Köpfchens des Os metacarpale V bei gestreckter Hand (Abb. 172).

**Iliocristale (ic)**, vom lat. *ilia* = Weiche und *crista* = Kamm (*creta iliaque*), = derjenige Punkt der *Crista iliac*, der bei aufrechter Körperhaltung am meisten seitlich vorspringt. Das *Iliocristale* ist also am Außenrand auf der oberen Kante der *Crista* gelegen. Man sucht den Punkt am besten, indem man mit den Fingern auf dem Kamm von unten nach oben fährt. Da, wo der Seitenrand der *Crista* in den Oberrand übergeht, ist der Punkt zu markieren.

**Iliospinale ant. (is)**, vom lat. *ilia* = Weiche und *spina* = Spitze (vorderer Darmbeinpunkt, *épine iliaque antéro-supérieure*), = der am meisten abwärts gerichtete Punkt der *Spina iliac* ant. sup. Der Punkt ist leicht zu finden, wenn man die vier Finger der Hand auf den Darmbeinkamm legt und mit dem Daumen in der Leistengegend von unten und innen nach außen oder oben fährt, bis man auf die Knochenunterlage trifft. Man überzeuge sich durch Verschieben der Haut, daß man wirklich die Spitze als solche, d. h. den am tiefsten stehenden Punkt gefunden hat. Diese Spitze, nicht die am meisten vorgewölbte Stelle des abfallenden Darmbeinkammes ist der gesuchte Meßpunkt.



**Iliospinale post. (is.p.)** (hinterer Darmbeinpunkt) = der am meisten nach hinten gelegene Punkt der Spina iliaca post. sup. Er wird gelegentlich durch ein kleines Grübchen markiert, das auf der Haut sichtbar ist.

**Coccygeale (co)** nennt SCHULTZ den Endpunkt des Os coccygis, d. i. den am meisten kaudalwärts gelegenen Punkt der Wirbelsäule bei schwanzlosen Primaten. Bei geschwänzten Primaten ist der vergleichend-anatomisch entsprechende Punkt das **Caudale distale**.

**Trochanterion (tro)**, vom griech. *τροχάντηρ* = Rad, eigentlich Rollhügel (Trochanterpunkt), = der am höchsten gelegene Punkt des Trochanter major. Die Spitze dieses Vorsprunges ist aber, wie schon BROCA betonte, niemals genau festzustellen. Selbst der am meisten seitlich vorspringende Punkt, der auch als Meßpunkt vorgeschlagen wurde, ist bei kräftig entwickelten Individuen, besonders Frauen, nur ganz ungenau zu bestimmen und unterliegt großen individuellen Schwankungen. Seitwärtsheben des Beines oder leichte Beugung des Rumpfes nach vorn erleichtert etwas das Auffinden des Punktes, besonders wenn man, an der Außenfläche beginnend, mit den Fingern von unten nach oben fortschreitend palpiert.

**Femorale (fe)** ist nach SCHULTZ der distalste Punkt des lateralen Femurcondylus.

**Tibiale (ti)**, vom lat. tibia = Schienbein (Schienbeinpunkt, ligne articulaire du genou, superior extremity of the tibia), = derjenige Punkt des inneren Margo glenoidalis des Tibiakopfes, der bei aufrechter Körperhaltung am höchsten gelegen ist. Der Punkt ist bei Personen mit stark entwickeltem Panniculus adiposus um das Knie-Gelenk, besonders bei Frauen, oft schwer zu finden. Um ihn festzustellen, sucht man zuerst den oberen Tibiarand, indem man die Endsehne des M. quadriceps am unteren Ende der Patella zwischen Zeigefinger und Daumen der rechten Hand faßt. Eine geringe Beugung des Unterschenkels im Kniegelenk erleichtert das Suchen. Hierauf fährt man mit dem Zeigefinger horizontal nach innen unter beständiger Verschiebung der Haut und wird sehr bald den gesuchten Punkt der Gelenkfuge am vorderen Rand des Ligamentum collaterale tibiale finden. Die Höhe des Punktes soll durch einen kleinen horizontalen Strich markiert werden.

**Tibiale externum (ti.e.)** = entsprechender Punkt am Außenrand des Tibiakopfes. Er wird nach BROCA etwas oberhalb des Capitulum fibulae gesucht. Beide Tibiapunkte liegen fast genau in einer Horizontalen.

Die gelegentlich vorgeschlagenen **Patellarpunkte** (Oberrand, Mitte oder untere Spitze der Kniescheibe) sind samt und sonders zu verwerfen, da die Lage der Patella in der Endsehne des M. quadriceps von der Muskeltätigkeit abhängt. Ebenso wenig sind

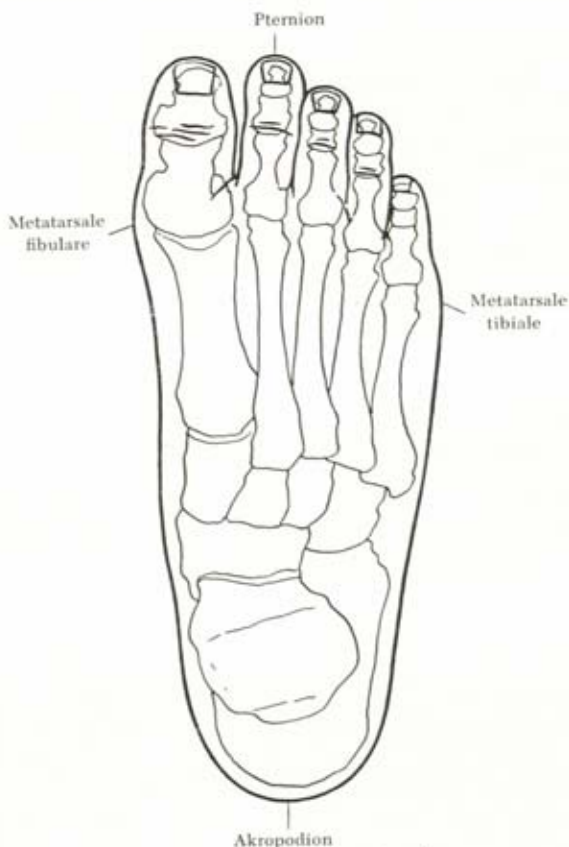


Abb. 173. Fußrücken mit Meßpunkten.

die Epicondylen des Femur, die breite Knochenausladungen darstellen, als Meßpunkt brauchbar.

**Sphyrion (sph)**, vom griech. *σφύρον* = Knöchel am Fuß (unterer Knöchelpunkt) oder Malleolare int. = derjenige an der Spitze des Malleolus medialis (tibialis) gelegene Punkt, der bei aufrechter Körperhaltung am meisten nach unten sieht. Der Punkt ist am leichtesten von unten und hinten her zu fühlen. Er liegt also nicht an der am meisten einwärts vorstehenden Stelle des Malleolus, sondern wirklich an der Spitze desselben.

**Sphyrion fibulare (sph.f.)** = derjenige an der Spitze des Malleolus lateralis gelegene Punkt, der bei aufrechter Körperhaltung am meisten nach unten sieht. Das Sphyrion fibulare liegt regelmäßig tiefer als das Sphyrion tibiale.

**Pternion (pte)**, vom griech. *πέτρα* = Ferse, = der am weitesten nach hinten vorspringende Punkt der Ferse bei belastetem Fuß (Abb. 173).

**Plantare (pl)** = der distalste (meist lateral gelegene) Punkt der Fußsohle, der die „Standebene“ kennzeichnet bei rechtwinklig am Unterschenkel gehaltenem Fuß (SCHULTZ).

**Akropodion (ap)**, vom griech. *ἄκρος ὁ ποὺς* = Fußspitze, = derjenige Punkt der Zehenkuppe, der ersten oder zweiten Zehe, der bei belastetem Fuß am weitesten nach vorn steht (Abb. 173). Das Akropodion liegt also entweder an der ersten oder an der zweiten Zehe, je nachdem die eine oder andere die längste ist.

**Pododactylon I—IV (po I—IV)**: Nach SCHULTZ der distalste Punkt der betreffenden Zehe, ohne Berücksichtigung des Nagels (fällt für I oder II mit dem Akropodion zusammen).

**Metatarsale tibiale (mt.t.)**, vom griech. *μετά* = inmitten, *ταρσός* = Fußblatt, = der am weitesten nach innen vorspringende Punkt des Köpfchens des Metatarsale I bei belastetem Fuß (Abb. 173).

**Metatarsale fibulare (mt.f.)** = der am meisten lateralwärts vorspringende Punkt des Köpfchens des Metatarsale V bei belastetem Fuß.

#### b) Punkte am Kopf (Abb. 174, 175)

	Seite		Seite		Seite
Alare . . . . .	320	Labrale inferius . . . . .	320	Pronasale . . . . .	319
Bregma . . . . .	317	Labrale superius . . . . .	320	Prosthion . . . . .	319
Cheilion . . . . .	320	Metopion . . . . .	316	Stomion . . . . .	319
Ektokanthion . . . . .	320	Nasion . . . . .	319	Subaurale . . . . .	321
Entokanthion . . . . .	320	Ophryon . . . . .	316	Subnasale . . . . .	319
Euryon . . . . .	319	Opisthokranion . . . . .	318	Superaurale . . . . .	320
Frontotemporale . . . . .	319	Orbitale . . . . .	320	Tragion . . . . .	319
Glabella . . . . .	316	Otobasion inferior . . . . .	320	Trichion . . . . .	317
Gnathion . . . . .	320	Otobasion superior . . . . .	320	Tuberculare . . . . .	320
Gonion . . . . .	320	Postaurale . . . . .	320	Vertex . . . . .	318
Inion . . . . .	319	Praecaurale . . . . .	320	Zygion . . . . .	320

Die meisten kephalometrischen Punkte decken sich mit den kraniometrischen, man vergleiche daher auch die in der kraniometrischen Technik gegebenen genaueren Erläuterungen.

**Glabella (g)**, vom lat. *glabellus*, Diminutiv von *glaber* = glatt, kahl, unbehaart (bosse nasale, point glabellaire), = diejenige Erhebung im unteren Teil der Stirn, die oberhalb der Nasenwurzel und zwischen den härenen Augenbrauen gelegen ist. Als Meßpunkt dient der in der Mediansagittal-Ebene am meisten vorspringende Punkt.

**Ophryon (on)**, vom griech. *ὀφρῶς* = Augenbraue (Oberrnasenpunkt, point sus-nasal, sus-orbitaire, sourcilier), = Kreuzungspunkt der an den Oberrand der härenen Augenbrauen gelegten Tangente und der Mediansagittal-Ebene. Die Lage des Ophryon wird durch die Wölbung der Augenbrauen stark beeinflusst, es kann mit der Glabella zusammenfallen, liegt in der Regel aber einige Millimeter höher.

Eine durch das Ophryon gelegte transversale Linie (*ligne sourcilière*) bildet für die französische Schule die Grenze zwischen Gesichtsteil und Gehirnteil des Kopfes. SCHMIDT nimmt als „Stirnmeßpunkt“ einen in der Mediansagittal-Ebene gelegenen Punkt oberhalb der Glabella, ungefähr einen Finger breit über dem Niveau der Augenbrauenbogen.

**Metopion (m)**, vom griech. *μέτωπον* = Stirn (Stirnpunkt, Point metopique), = Kreuzungspunkt einer der höchsten Erhebungen der beiden Stirnhöcker verbindenden

horizontalen Linie und der Mediansagittal-Ebene. Man bestimmt so gut als möglich mittels des Auges und durch Touchieren mit dem Finger die höchsten Erhebungen der Stirnhöcker. Vgl. auch die kranimetrische Technik. MANOUVRIER bestimmt den Punkt in der Mitte einer der Unterränder der Stirnhöcker tangierenden Geraden. Sein Punkt ist daher besser als *point sous-metopique* oder „*Submetopion*“ zu bezeichnen.

**Trichion** (tr), vom griech. *τριχίζ*, *τριχός* = Haar (Haarwuchsbeginn), auch **Crinion** genannt, vom lat. *crinis* = Haar = derjenige Punkt, an welchem die vordere Stirnhaargrenze von der Mediansagittal-Ebene geschnitten wird. Als Meßpunkt ist nicht ein einzelnes, gelegentlich besonders tiefstehendes Haar, sondern die physiognomisch wirk-same Haarpartie zu betrachten. Bei kleinen Kindern mit leichter Stirnbehaarung oft schwer zu bestimmen. Hat sich die Stirnhaargrenze infolge Haarausfalls nach oben verlagert, oder ist vollständige Kahlheit eingetreten, so kann das Trichion nur noch approximativ festgestellt werden. Gewöhnlich ist die früher behaart gewesene Kopfhaut dicker, glatter und weniger runzlig als die stets haarfreie Stirnhaut.

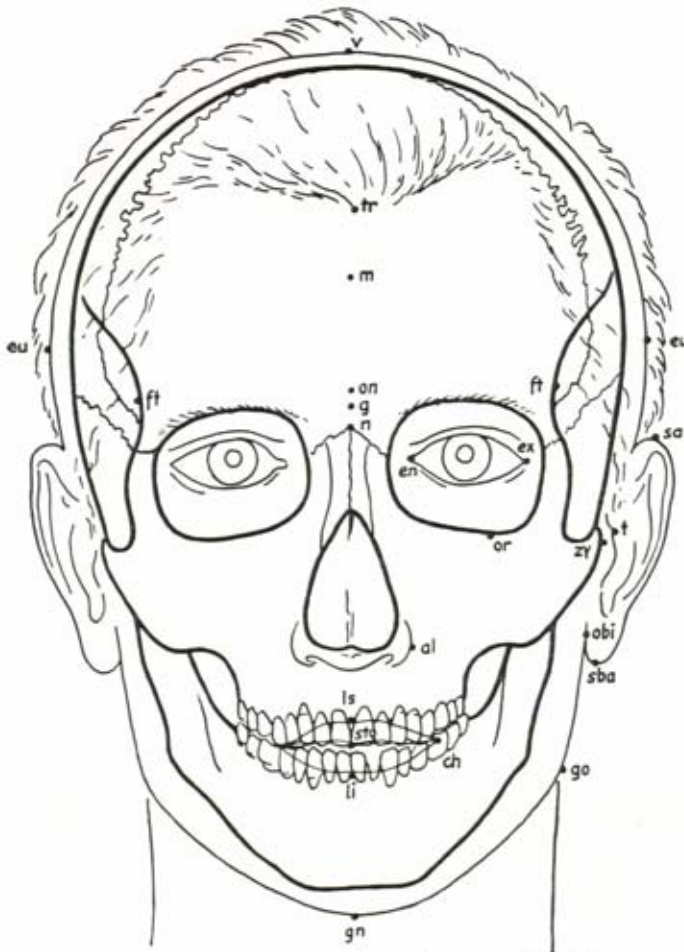


Abb. 174. Vorderansicht des Kopfes mit Meßpunkten.

**Bregma** (b), vom griech. *βρέχειν* = befeuchten, naßmachen; *βρέγμα* = Oberschädel, in der **Kraniometrie** = derjenige Punkt, an welchem die *Sutura sagittalis* auf die *Sutura coronalis* trifft. Am Lebenden ist der Punkt selten durch *Palpation* zu gewinnen. Nur bei enthaartem Kopf pflegt er sich durch eine Vertiefung äußerlich zu markieren. Annähernd kann die Lage des Bregma aber auch am Kopf festgestellt



werden, wenn man eine durchschnittliche Länge des Frontalbogens in Betracht zieht, oder wenn man mit dem Bandmaß (oder in Gedanken) von den beiden Poria aus einen Bogen senkrecht zur Ohraugen-Ebene über den Scheitel legt. Das Bregma liegt stets in oder nahe vor dieser Frontalebene.

**Vertex (v)**, vom lat. vertex = Scheitel, eigentlich Wirbel (Scheitelpunkt), = derjenige Punkt des Scheitels (Oberkopf, Sinciput), der bei der Einstellung des Kopfes in die Ohraugen-Ebene in der Mediansagittal-Ebene am höchsten gelegen ist. Es handelt sich also hier nicht um einen anatomisch bestimmten Punkt, sondern um einen solchen, der erst durch die Orientierung des Kopfes gegeben ist.

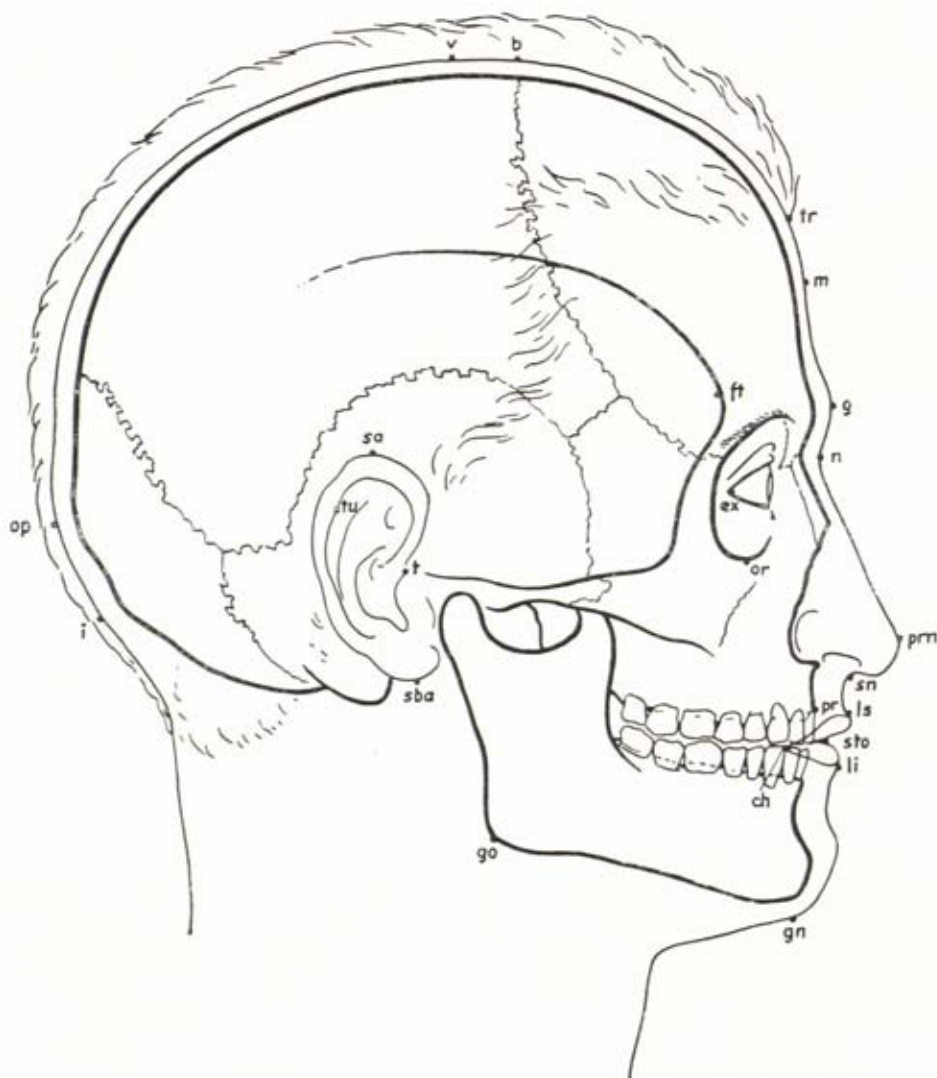


Abb. 175. Seitenansicht des Kopfes mit Meßpunkten.

**Opisthoecranion (op)**, vom griech. *ὀπίσθεν* = hinten gelegen und *κρανιον* = Schädel (occipital point), = der am meisten nach hinten vorragende Punkt des Hinterhauptes in der Mediansagittal-Ebene. Die Lage desselben wird durch die Messung der größten Kopflänge festgestellt.

**Inion** (i), vom griech. *ἰνίον* = Nacken, = derjenige in der Mediansagittal-Ebene am Hinterkopf gelegene Punkt, der dem Tuberculum lineareum entspricht. Derselbe ist als leichte Erhebung an der Grenze von Hinterhaupt und Nacken in der Mediansagittal-Ebene meist deutlich zu fühlen. Als Meßpunkt beim Lebenden (z. B. beim Messen der Glabello-Inionlänge) dient die Spitze des genannten Höckers, der unter Umständen bei Frauen und Kindern nicht mit voller Sicherheit nachgewiesen werden kann. Eine genauere Bestimmung des Inion, wie sie für Schädelmessungen notwendig ist, läßt sich am Lebenden nicht durchführen, weil die feineren Verhältnisse des Knochenreliefs überhaupt nicht abtastbar sind (vgl. die kranio-metrische Technik).

**Frontotemporale** (ft), vom lat. *frons* = Stirne und *tempus* = Schläfe, = derjenige über dem Jochfortsatz des Stirnbeins gelegene Punkt der Linea temporalis, der am meisten nach vorn und innen gelegen ist. Man suche die Punkte, indem man die Spitzen der beiden Zeigefinger an die Grenze der Vorder- und Seitenwand der Stirne oberhalb der äußeren Augenhöhlenränder anlegt. Hier fühlt man deutlich die nach vorn konvexen Lineae temporales. Die gesuchten Punkte liegen in der Regel ein klein wenig höher als die Tangente an die höchsten Erhebungen der Oberländer der härenen Augenbrauen.

**Tragion** (t), vom griech. *τράγιον* = Bock (Traguspunkt), = derjenige Punkt am Oberrand des Tragus, der an der Kreuzungsstelle einer an den Vorderrand und einer an den Oberrand dieses Knorpels gelegten Tangente gelegen ist. Der Punkt liegt 1–2 mm unterhalb der leicht palpierbaren Spina helix. Einzelne Anthropologen legen den Punkt in die Mitte vor den Tragus oder auf die Spitze desselben, was bei der sehr verschiedenen Konfiguration des Knorpels nicht empfehlenswert ist. Andere Autoren wieder nehmen statt des Tragion die Höhe der Ohröffnung (point auriculaire). Der von BROCA vorgeschlagene „Point sus-auriculaire“ liegt vor und etwas unterhalb der oberen Insertion der Ohrmuschel und entspricht einer kleinen Vertiefung, die unten von dem Oberrand der Jochbogenwurzel begrenzt wird. Dieser Point sus-auriculaire liegt also höher als das Tragion.

**Euryon** (eu), vom griech. *εὐρύον* = breit, = derjenige Punkt an der Seitenwand des Kopfes, der am meisten seitwärts vorragt. Die Lage des Euryon kann nur durch die Messung der „größten Kopfbreite“ festgestellt werden.

**Nasion** (n), vom lat. *nasus* = Nase (Nasenwurzelpunkt, oberer Nasalpunkt, point nasal, nasale), = derjenige Punkt der Nasenwurzel, der von der Mediansagittal-Ebene geschnitten wird. Die Nasenwurzel entspricht nicht der am tiefsten eingesattelten Stelle des Nasenrückens, die meist im Gebiete der Ossa nasalia gelegen ist, sondern der Sutura nasofrontalis, deren Verlauf nach einiger Übung trotz des vorhandenen Nahtgewebes und des meist dünnen M. procerus (M. depressor glabellae) auch am Lebenden festgestellt werden kann. Man findet den Punkt am besten, wenn man seine rechte Hand ruhig auf den Kopf des zu messenden Individuums legt und mit dem lateralen Rand der Daumenbeere unter leichtem Druck die Haut auf der Nasenwurzel auf und ab schiebt. Man beachte, daß das Nasion in der Regel im Niveau der medialen Enden der härenen Augenbrauen, meist an deren Unterrand, nicht in der Höhe der Lidspalte gelegen ist. Von manchen Autoren wird fälschlich die am tiefsten eingesattelte Stelle der Nase als „Nasenwurzel“ bezeichnet.

**Subnasale** (sn), vom lat. *sub* = unter und *nasus* = Nase (Nasenwinkelpunkt, point sous-nasal), = derjenige Punkt, der an dem einspringenden Winkel des Unterrandes der Nasenscheidewand und der Instrumentaloberlippe gelegen ist. Der Punkt ist stets da zu suchen, wo eine an die Nasenscheidewand gelegte Tangente die Oberlippe trifft. Er entspricht keinem festen Punkt des Schädels, da die Dicke der Weichteile in dieser Gegend sehr groß und individuell verschieden ist.

**Pronasale** (prn), vom lat. *pro* = vor, vorne und *nasus* = Nase, = der am meisten nach vorn vorstehende Punkt der Nasenspitze bei Einstellung des Kopfes in die Ohraugen-Ebene.

**Prosthion** (pr), vom griech. *πρόσθιον* = der vordere (oberer Alveolarpunkt, Alveolon, point alvéolaire, Alveon, Anoprosthion nach H. VIRCHOW) = derjenige Punkt am Unterrand des Zahnfleisches des Oberkiefers, der in der Mediansagittal-Ebene zwischen den mittleren Schneidezähnen am meisten nach unten vorragt. Der Punkt ist an die untere Grenze des Zahnfleisches zu legen und liegt ca. 1 mm tiefer als das Prosthion des Schädels.

**Stomion** (sto), vom griech. *στόμα* = Mund, = Schnittpunkt der Mundspalte (bei geschlossenem Mund) mit der Mediansagittal-Ebene.



**Labrale superius (ls)**, vom lat. *labrum* = Lippe (oberer Lippenpunkt), = Schnittpunkt einer an die höchsten Erhebungen des Orbitalrandes der Schleimhautoberlippe gelegten Tangente und der Mediansagittal-Ebene.

**Labrale inferius (li)** (unterer Lippenpunkt) = derjenige Punkt, an welchem der Unterrand der Schleimhautunterlippe von der Mediansagittal-Ebene geschnitten wird.

**Gnathion (gn)**, vom griech. γνάθος = Kiefer (unterer Kinnpunkt, point mentonnier), = derjenige Punkt des Unterrandes des Unterkiefers, der in der Mediansagittal-Ebene am meisten nach unten vorragt. Gemeint ist ein Punkt des knöchernen Unterkiefers, der von unten her palpiert werden kann und natürlich weiter zurückliegt als die vordere Hautbegrenzung des Kinnes. Die vorspringende Stelle an der Vorderwand des Kinnes (éminence mentonnière oder épine du menton) ist als Meßpunkt ungeeignet.

**Entokanthion (en)**, vom griech. ἐντός = innen und γώνιος = Winkel (innerer Augenwinkel, inner canthus), = derjenige Punkt an der medialen Seite des Auges, an welchem der obere und untere Lidrand zusammentreffen. Der Punkt ist also medial von der Caruncula lacrimalis gelegen.

**Ektokanthion (ex)**, vom griech. ἐκτός = außen und γώνιος = Winkel (äußerer Augenwinkel, outer canthus), = derjenige Punkt an der lateralen Seite des Auges, an welchem der obere und untere Lidrand zusammentreffen. Als Meßpunkt dient die Stelle, an welcher die Conjunctiva den Augapfel berührt.

**Orbitale (or)**, vom lat. *orbita* = Augenhöhle, = der tiefste Punkt des unteren Augenhöhlenrandes, der durch die Haut leicht durchzufühlen ist. Er ist mit einer Genauigkeit von 1–2 mm zu bestimmen. Durch Orbitale und Tragion wird die Ohr-Augen-Ebene gelegt.

**Zygion (zy)**, vom griech. ζυγόν = Joch (Jochbogenpunkt), = derjenige Punkt des Jochbogens, der am meisten seitwärts vorragt. Die Lage des Zygion ist durch die Messung der Jochbogenbreite (Maß 6) festzustellen.

**Alare (al)**, vom lat. *ala* = Flügel (Nasenflügel), = derjenige Punkt des Nasenflügels, der am meisten seitwärts ausgeladen ist. Der Punkt ist durch die Messung der größten Nasenbreite (Nasenflügelbreite, Maß 13) festzustellen.

**Cheilion (ch)**, vom griech. χεῖλος = Lippe, = derjenige Punkt der Mundspalte, an welchem die Außenränder der Ober- und Unterschleimhautlippe ineinander übergehen.

**Gonion (go)**, vom griech. γωνία = Winkel (Unterkieferwinkelpunkt, angle de la mâchoire), = derjenige Punkt des Unterkieferwinkels, der am meisten nach unten, hinten und außen gerichtet ist. Der Meßpunkt liegt an der seitlichen Ausladung des Winkels. Der letztere ist leicht zu finden, weil sich vor demselben meist eine deutliche Konkavität findet, die auch am Lebenden leicht abtouchiert werden kann.

**Otobasion superius (obs)**, vom griech. ὠτός = Ohr und βάσις = Grund, = derjenige Punkt, an welchem die Ohrmuschel oben an der Kopfhaut inseriert. Der Punkt entspricht also dem oberen Ende der Ohrbasis (Abb. 176).

**Otobasion inferius (obi)**, = derjenige Punkt, an welchem der untere Rand des Ohrfläppchens an der Wangenhaut inseriert. Der Punkt entspricht daher dem unteren Ende der Ohrbasis.

**Praeaurale (pra)**, vom lat. *prae* = vor und *auris* = Ohr, = derjenige in der Ohrbasis gelegene Punkt, durch welchen die physiognomische Ohrbreite geht. Die Höhenlage dieses Punktes wird durch die Höhe des Postaurale bedingt.

**Superaurale (sa)**, vom lat. *super* = oben, = derjenige Punkt des oberen Helixrandes, der bei Einstellung des Kopfes in die Ohr-Augen-Ebene am höchsten gelegen ist.

**Tuberculare (tu)**, vom lat. *tuberculum* = Höckerchen, = Spitze eines kleinen, verschieden stark ausgebildeten Höckerchens (Tuberculum DARWINI), das meist etwas unterhalb des Übergangs des Oberrandes der Helix in den Hinterrand gelegen ist. Über die Ausbildung des Tuberculum DARWINI vgl. das Schema bei der Somatologie.

**Postaurale (Pa)**, vom lat. *post* = hinten, = derjenige Punkt am hinteren Helixrand, der am meisten nach hinten vorsteht.

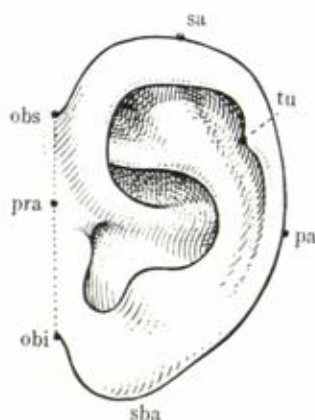


Abb. 176. Ohrmuschel mit Meßpunkten.



Subaurale (sba), vom lat. sub = unter, = derjenige Punkt am Unterrand des Ohr läppchens, der am meisten nach unten sieht.

### 3. Beschreibung der Messungen

Die in der folgenden somatischen Technik gegebenen Anleitungen beziehen sich sämtlich auf die Messung am stehenden lebenden Individuum. Bei Leichenmessungen und der Messung Lebender im Liegen treten Modifikationen auf, wie sie auf Seite 309 beschrieben sind. Sind daher die Messungen am Liegenden oder an der Leiche durchgeführt, so muß dies auf dem Beobachtungsblatt durch ein großes L neben der Nummer kenntlich gemacht werden.

Die durch den Abzug der einzelnen Höhenmaße am Stehenden gewonnenen Zahlen für Rumpf und Extremitäten stimmen nicht genau mit den direkt gemessenen überein. Es ergeben sich nach eigenen Beobachtungen (MARTIN) an mittelgroßen Individuen im Mittel folgende Differenzen:

Länge der vorderen Rumpfwand	direkt gemessen	— 7 mm gegenüber berechn. Maß
Oberarmlänge	direkt gemessen	+ 0,5 mm gegenüber berechn. Maß
Unterarmlänge	direkt gemessen	+ 6 mm gegenüber berechn. Maß
Handlänge	direkt gemessen	+ 3 mm gegenüber berechn. Maß
Oberschenkelänge	direkt gemessen	+ 3 mm gegenüber berechn. Maß
Unterschenkelänge	direkt gemessen	+ 3 mm gegenüber berechn. Maß

Sämtliche direkten Maße der Extremitäten sind also größer als die indirekten. Am bedeutendsten ist der Unterschied am Unterarm, der infolge der meist vorhandenen habituellen leichten Beugung im Ellenbogengelenk bei der indirekten Messung etwas zu kurz ausfällt. Die Addition der direkten Maße der einzelnen Abschnitte ergibt aus dem gleichen Grund einen höheren Wert als die direkt gemessene „ganze Armlänge“.

Affenleichen können niemals in die Lage menschlicher Leichen gebracht werden. Man legt die Tiere am besten auf ein Brett, zieht die 4 Extremitäten auseinander und hält sie mit Hilfe von 4 um die Knöchel gelegten Schnur schlingen auseinander. Diese letzteren sind, um beliebige Spannungen zu ermöglichen, an kleinen Ketten befestigt, deren Glieder in vier an den Ecken des Unterlagebrettes angebrachten Haken angehängt werden können (Abbildung bei MOLLISON, 1910, S. 82 und 1927 im Handbuch der biol. Arbeitsmethoden (ABDERHALDEN), Abt. VII, S. 3, S. 592/93, Fig. 279/80).

#### a) Messungen am Körper<sup>1)</sup>

Die wichtigsten Maße sind:

	Seite		Seite
Spannweite der Arme . . . . .	328	Größte Breite zwischen den Darmbeinkämmen . . . . .	332
Armlänge ohne Hand . . . . .	334	Höhe des Darmbeinkammes . . . . .	328
Ganze Armlänge . . . . .	333	Breite zwischen den vorderen oberen Darmbeinstacheln . . . . .	333
Breite zwischen den Akromien . . . . .	331	Höhe des vorderen oberen Darmbeinstachels . . . . .	328
Höhe des Akromion . . . . .	327	Länge des Daumens . . . . .	336
Umfang des Beckens . . . . .	340	Höhe der Ellenbogengelenkfuge . . . . .	327
Ganze Beinlänge . . . . .	337	Breite des belasteten Fußes . . . . .	339
Umfang der Brust bei Expiration . . . . .	339	Länge des belasteten Fußes . . . . .	338
Umfang der Brust bei Inspiration . . . . .	339	Beinlänge ohne Fuß . . . . .	337
Umfang der Brust bei ruhig. Atmen . . . . .	339	Umfang des Halses . . . . .	340
Sagittaler Brustdurchmesser . . . . .	332	Breite der gestreckten Hand . . . . .	336
Transversaler Brustdurchmesser . . . . .	331	Länge der Hand . . . . .	335
Höhe des oberen Brustbeinrandes . . . . .	326		
Breite zwischen den Brustwarzen . . . . .	332		
Höhe der Brustwarzen . . . . .	326		

<sup>1)</sup> Die Reihenfolge der Maße richtet sich, wie oben angegeben, nach praktischen Gesichtspunkten. Den Maßbezeichnungen sind in einer Klammer jeweils die deutschen Synonyme sowie die gebräuchlichsten französischen und englischen Bezeichnungen beigelegt, sofern sie nicht wörtliche Übersetzungen des deutschen Ausdrucks sind.

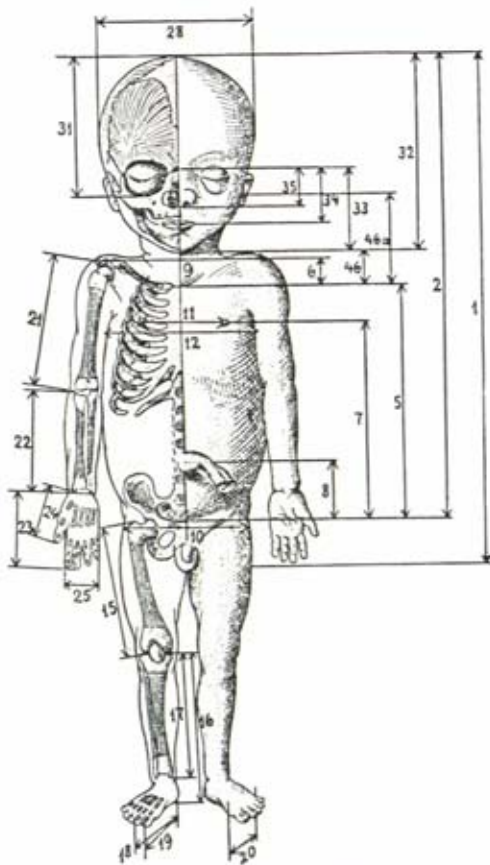


Abb. 177. Darstellung der Meßpunkte des menschlichen Fetus (nach A. H. SCHULTZ). Auf der rechten Körperhälfte sind die Skeletteile sichtbar gemacht, um die Knochenpunkte am Skelett zu markieren, an denen das Meßinstrument anzusetzen ist.

- 1 = Sitzhöhe vom Scheitel zum Sitzhöcker.
- 2 = Stammhöhe vom Scheitel bis zur Symphyse.
- 5 = Rumpfhöhe vom Suprasternale zur Symphyse.
- 6 = Schulterhöhe von der Mitte einer geraden Linie zwischen rechtem und linkem Acromion zum Suprasternale.
- 7 = Brustwarzenhöhe von der Brustwarze zur Symphyse.
- 8 = Nabelhöhe vom Nabel zur Symphyse.
- 9 = Schulterbreite: Abstand zwischen rechtem und linkem Acromion.
- 10 = Hüftbreite: Abstand zwischen rechtem und linkem Trochanter.
- 11 = Abstand zwischen den Brustwarzen.
- 12 = Brustkorbbreite gemessen an der größten Breite des Brustkorbes in der Höhe des Ansatzes der vierten Rippe am Sternum.
- 15 = Oberschenkelhöhe: Abstand zwischen großem Rollhügel und Kniegelenkspalt.
- 16 = Kniehöhe: Abstand vom Kniegelenkspalt und der Fußsohle.
- 17 = Unterschenkelhöhe: Abstand vom Kniegelenkspalt zum unteren Rande des Malleolus medialis.
- 18 = Fußlänge: Abstand von der Spitze der zweiten Zehe zur Ferse.
- 19 = Großzehenlänge: Abstand von der Spitze der Großen Zehe zur Ferse.
- 20 = Fußbreite, gemessen an der größten Breite des Fußes an der Großzehwurzel.
- 21 = Oberarmlänge: Abstand vom Acromion zum Ellenbogengelenkspalt.
- 22 = Vorderarmlänge: Abstand vom

Ellenbogengelenkspalt zum unteren Ende des Griffelfortsatzes des Radius.

- 23 = Handlänge: Abstand vom Handgelenk zur Spitze des Mittelfingers.
- 24 = Daumenlänge: Abstand von der Spitze des Griffelfortsatzes zur Spitze des Daumens.
- 25 = Handbreite: Abstand vom äußeren Rand des Zeigefingers zum inneren Rand des kleinen Fingers.
- 28 = Kopfbreite: Abstand zwischen den am weitesten vorspringenden Punkten an der Seite des Kopfes.
- 31 = Kopfhöhe: Abstand vom Scheitel zum Unteraugenhöhlenrand. Der Unteraugenhöhlenrand liegt auf einer Linie, welche rechtes und linkes Tragion miteinander verbindet.
- 32 = Totale Kopfhöhe: Abstand vom Scheitel zum Kinn.
- 33 = Gesichtshöhe: Abstand vom Nasion (Nasenwurzel) zum Gnathion (Kinn).
- 34 = Obere Gesichtshöhe: Abstand vom Nasion zum Stomion (Mundspalte).
- 35 = Nasenlänge: Abstand vom Nasion zum unteren Rand der Nasenscheidewand.
- 46 = Mittlere Halshöhe: Abstand vom Gnathion zum Suprasternale.
- 46a = Seitliche Halshöhe: Abstand der Höhe der Ohröffnung vom Suprasternale.



	Seite
Länge des Handrückens . . . . .	345
Kleinsten Umfang oberh. der Hüfte . . . . .	340
Höhe der Kniegelenkfuge . . . . .	328
Höhe der inneren Knöchelspitze . . . . .	328
Spezifisches Körpergewicht . . . . .	337
Körpergröße . . . . .	323
Körperproportionen und Indices . . . . .	348
Körpervolumen . . . . .	343
Körpergewicht . . . . .	342
Länge des Mittelfingers . . . . .	336
Höhe der Mittelfingerspitze . . . . .	328
Höhe des Nabels . . . . .	326
Länge des Oberarms . . . . .	334
Größter Umfang des Oberarms bei Beugung . . . . .	341
Größter Umfang des Oberarms bei Streckung . . . . .	340

	Seite
Länge des Oberschenkels . . . . .	338
Größter Umfang des Oberschenkels . . . . .	341
Höhe des Griffelfortsatzes d. Radius . . . . .	328
Breite zwischen den großen Rollhügeln . . . . .	333
Höhe der großen Rollhügel . . . . .	328
Länge der vorderen Rumpfwand . . . . .	330
Stammlänge . . . . .	329
Höhe des Subnasale . . . . .	325
Höhe des oberen Symphysenrandes . . . . .	326
Höhe des Tragon . . . . .	324
Länge des Unterarms . . . . .	335
Größter Umfang des Unterarms . . . . .	341
Kleinsten Umfang des Unterarms . . . . .	341
Länge des Unterschenkels . . . . .	338
Größter Umfang des Unterschenkels . . . . .	342

Selbstverständlich ließen sich die angeführten Maße noch durch eine Unzahl anderer Maße vermehren. Da das Messen aber nicht um des Messens willen, sondern zur Beantwortung biologisch sinnvoller Fragestellungen durchgeführt wird, hat es keinen Zweck, alle nur möglichen oder auch nur alle jemals in der Literatur angegebenen Maße hier noch anzuführen. Die vorhergehenden Auflagen des Lehrbuches brachten der Vollständigkeit halber mehr Maße als die vorliegende; es war jedoch (vgl. MARTINS Vorwort) von Anfang an die Absicht, auf die nur noch historisch interessanten Maße zu verzichten, sobald sich die hier ausgearbeitete Meßtechnik durchgesetzt hat, wie es nunmehr einigermaßen der Fall ist. Dagegen sind nun hier einige neuere Varianten eingefügt worden.

Einige Maßvarianten, wie sie die Untersuchung an Affen erfordert, sind in die folgende Zusammenstellung aufgenommen. Für die Meßtechnik an Laboratoriumstieren (zum Zweck einer experimentellen Anthropologie) vgl. SALLER (1928, Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Herausg. E. ABDERHALDEN, Abt. VII, 683). Für Messungen an Feten und am Neugeborenen, wie sie A. H. SCHULTZ vorgenommen hat, gibt die beigegefügte Abbildung (Abb. 177) nähere Auskunft.



Abb. 178. Messung der Körpergröße mit dem Anthropometer (Maß Nr. 1).

#### a) Projektivische Höhenmaße im Stehen (Nr. 1—22).

##### a) An der ventralen und lateralen Körperseite (Nr. 1—17).

1. Körpergröße (Körperhöhe, Körperlänge, ganze Höhe, Scheitelhöhe, L; taille, hauteur du vertex au-dessus du sol; stature, standing-height): Vertikale Entfernung des Scheitels (v) vom Boden, Anthropometer.



Über die Stellung und Kopfhaltung des zu Messenden bei diesem und den folgenden Maßen vergleiche die allgemeinen Bemerkungen. Man stelle sich auf die rechte Seite, das Anthropometer genau in die Mediansagittal-Ebene vor den zu Messenden, führe mit der rechten Hand den Schieber des Instruments so weit herunter, bis der ausgezogene Arm auf dem Scheitel ruhig aufliegt, was mit der linken Hand kontrolliert werden muß. Man achte darauf, daß das Anthropometer möglichst vertikal steht, und drücke den Arm nicht zu fest auf den Scheitel auf, da das Individuum (besonders Kinder) sonst leicht dem Druck nachgibt, wodurch das Maß zu klein ausfällt (Abb. 178).

Die im Liegen gemessene Körpergröße wird vorteilhafterweise als „horizontale Länge“ bezeichnet. An Neugeborenen (vgl. S. 310 u. 322) und kleinen Kindern kann die Messung natürlich nur im Liegen und nur unter Streckung der unteren Extremitäten vorgenommen werden. Künstlich Entbundene sollen der zuerst bestehenden Dehnung und Gelenkerschlaffung wegen erst 24 Stunden nach der Geburt gemessen werden. Die sogenannte „proportionelle Körpergröße“ (OEDER) wird nicht durch Messung, sondern durch Berechnung festgestellt; sie ist gleich der doppelten Oberlänge (Symphysenmitte-Scheitelabstand), vgl. 23 (1) und 6 b.

Nach MARTIN wird die Körpergröße, ausgehend von einem Durchschnittsmaß von 165 cm, folgendermaßen eingeteilt:

	♂	♀
Mittel	165 cm	154 cm
Zwergwuchs	unter 129,9	unter 120,9
sehr klein	130,0—149,9	121,0—139,9
klein	150,0—159,9	140,0—148,9
untermittelgroß	160,0—163,9	149,0—152,9
mittelgroß	164,0—166,9	153,0—155,9
übermittelgroß	167,0—169,9	156,0—158,9
groß	170,0—179,9	159,0—167,9
sehr groß	180,0—199,9	168,0—186,9
Riesenwuchs	200 u. darüber	187 u. darüber

Um die Jahrhundertwende hat E. SCHMIDT bei einer durchschnittlichen Körpergröße von 169 cm folgende Einteilung gegeben:

	♂	♀
sehr klein	x—152,9	x—141,9
klein	153,0—162,9	142,0—150,9
untermittelgroß	163,0—166,9	151,0—154,9
mittelgroß	167,0—169,9	155,0—157,9
übermittelgroß	170,0—172,9	158,0—159,9
groß	173,0—182,9	160,0—169,9
sehr groß	183,0—203,9	170,0—188,9
Riesenwuchs	204,0—x	189,0—x

Für die heutigen Verhältnisse in Deutschland teilt BRUGSCH folgendermaßen ein:

	♂	♀
Kleinwuchs	unter 169	unter 155
Mittelwuchs	169—173	155—161
Hochwuchs	über 173	über 161

Eine Einteilung der Körpergröße, welche auch krankhafte Abartungen berücksichtigt, ist (nach BRUGSCH) auf S. 325 gegeben.

Bei allen Größenaufstellungen und -vergleichen ist eine eventuelle Acceleration oder Retardierung des Wachstums zu berücksichtigen, wie sie in verschiedenen Jahren bzw. Jahrzehnten aufzutreten vermag.

2. Höhe des rechten Trigion über dem Boden: Vertikale Entfernung des rechten Trigion (t) vom Boden. Anthropometer.

Dieses Maß dient auch zur Berechnung der Ohrhöhe des Kopfes, die durch Abzug desselben von der Körpergröße gewonnen werden kann; siehe auch unter Kopfmaße

Nr. 15, S. 366. Man achte sorgfältig darauf, daß der Kopf des zu messenden Individuums in der Ohr-Augen-Ebene orientiert und auch nicht seitwärts geneigt ist, denn das Maß wird in hohem Grad durch die Kopfhaltung (sowohl Seitwärts- als Vorwärts- bzw. Seit-

	Männer	Zentimeter	Frauen	
Hypersomie	Riesenwuchs	200	Riesenwuchs	Hypersomie
		198		
		196		
		194		
		192		
		190		
	Hochwuchs	188		
		186		
		184		
		182		
		180		
Normosomie	Mittelwuchs	178	Hochwuchs	
		176		
		174		
		172		
		170		
	Kleinwuchs	168	Mittelwuchs	Normosomie
		166		
		164		
		162		
		160		
		158		
	Kümmervuchs	156	Kleinwuchs	
		154		
		152		
		150		
		148		
		146		
	Kümmervuchs	144		
		142		
		140		
		138		
		136		
	Kümmervuchs	134	Kümmervuchs	Hyposomie
		132		
		130		
		128		
		126		
		124		
Nanosomie	Zwergwuchs	122	Zwergwuchs	Nanosomie
		120		
		118		
		116		
		114		
		112		
		110		
		108		
		106		
		104		
		102		
		100		

wärtsneigung) beeinflusst und die daraus berechnete Ohrhöhe ist daher wenig zuverlässig.

3. Höhe des Subnasale über dem Boden: Vertikale Entfernung des Subnasale (sn) vom Boden. Anthropometer.

3 (1). **Höhe des Kinnrandes über dem Boden:** Vertikale Entfernung des Unterrandes des Kinnes (Gnathion) vom Boden. Anthropometer.

Der Kopf muß zur Abnahme der beiden letztgenannten Maße genau in die Ohr-Augen-Ebene eingestellt und die Kiefer müssen geschlossen sein; jede Änderung in der Kopfhaltung, die zwischen Abnahme der Maße 1 und 3 bzw. 3 (1) oder während der Messung besonders durch Andrücken des Horizontalstabes erfolgt, beeinflußt das Maß in hohem Grad und macht es wertlos. Die Maße dienen zur Berechnung der sogenannten „vorderen Kopfhöhe“ und der „Projektionshöhe des ganzen Kopfes“ (Kopf-Gesichtshöhe) (evtl. auch zur Berechnung der Halshöhe), die durch Abzug von Maß 1 gewonnen wurde.

4. **Höhe des oberen Brustbeinrandes über dem Boden** (Sternalhöhe, Manubriumhöhe, Höhe der incisura jugularis; hauteur de la fourchette sternale; height of the suprasternal notch): Vertikale Entfernung des Suprasternale (sst) vom Boden. Anthropometer.

Wenn man, was in dem Beobachtungsblatt empfohlen wird, das Maß direkt nach dem Maß 1 nimmt (unter Auslassung von Maß 2 und 3), so lasse man das Anthropometer ruhig auf derselben Stelle stehen, auf der es bei Abnahme der Körpergröße stand, neige es höchstens etwas nach vorn, führe mit der rechten Hand den Schieber bis in die Höhe des Suprasternale und ziehe mit der linken Hand den horizontalen Arm so weit aus, bis dessen Spitze den gesuchten Körperpunkt berührt.

4 (1). **Höhe des unteren Brustbeinrandes über dem Boden:** Vertikale Entfernung der Trennungslinie des Corpus sterni vom Processus xyploideus. Anthropometer. Der verlangte Punkt ist in den meisten Fällen sehr schwer festzustellen. Das Maß wird benützt zur Berechnung der projektivischen Brustbeinlänge.

4 (2). **Höhe des Schwertfortsatzes über dem Boden:** Vertikale Entfernung der Spitze des Processus xyploideus. Anthropometer. Die Messung erfolgt für die Bestimmung des Abstandes zwischen dem Schwertfortsatz und der Höhe des Nabels (nächstes Maß).

5. **Höhe des Nabels über dem Boden** (Nabelhöhe): Vertikale Entfernung des Omphalion (om) vom Boden. Anthropometer.

Man nehme den Mittelpunkt des Nabels bei ruhigem Atmen in der Mitte zwischen In- und Expiration.

6. **Höhe des oberen Symphysenrandes** (Schambeinrandes, Schoßfugenrandes) über dem Boden (Symphysenhöhe; hauteur du bord supérieur du pubis; height of pubic arc): Vertikale Entfernung des Symphysion (sy) vom Boden. Um dieses und ähnlich tiefliegende Maße ablesen zu können, muß sich der Beobachter auf ein Knie niederlassen, oder wenn er dies vermeiden will, die zu messende Person auf ein Podium oder dgl. stellen. Anthropometer.

Die Feststellung dieses wichtigen Punktes siehe unter Symphysion S. 312. Manche Individuen pflegen sich nach vorn zu beugen, um zuzusehen, wie das Maß 6 genommen wird. Das ist zu untersagen, da sonst das Maß zu klein ausfällt. Muß man aus irgendwelchen Gründen die Abnahme des Maßes 6, das zur Berechnung der wichtigen Rumpflänge dient, unterlassen, so versuche man die direkte Messung (Nr. 27 a). Ist auch diese nicht durchzuführen, so kann unter Umständen Maß 13 aushelfend eintreten.

In der Differenz des Abstandes zwischen Schwertfortsatz—Nabel (Maß 4 (2) — Maß 5) und zwischen Nabel bis oberen Symphysenrand (Maß 5 — Maß 6) glaubt AKALITIN (1953) ein Maß für die Gewebeschwäche beim weiblichen Geschlecht gefunden zu haben. Die Differenz wird dabei eingeteilt in 7 und mehr Zentimeter, 5 cm (7—3) cm und weniger als 3 cm.

Mit Maß 6 sind die projektivischen Maße in der Mediansagittalebene beendet. Man drehe nun das Anthropometer so weit, daß die Spitze des Horizontalarmes das rechte Thelion erreichen kann, oder man stelle das Instrument vor die rechte Körperhälfte des zu Messenden und führe den Schieber mit dem Horizontalstab in die Höhe der Brustwarze.

7. **Höhe der rechten Brustwarze über dem Boden** (Brustwarzenhöhe): Vertikale Entfernung des rechten Thelion (th) vom Boden. Anthropometer.



Das Maß ist für die ganze Topographie der vorderen Rumpfwand wichtig. Es ist aber nur bei Kindern, Männern und solchen Frauen abzunehmen, bei denen noch kein Descensus mammae eingetreten ist.

8. Höhe des rechten Akromion über dem Boden (Schulterhöhe): Vertikale Entfernung des rechten Akromion (a) vom Boden. Anthropometer.

Vor der Vornahme der Messung lasse man den Arm in möglichster Streckung an den Körper anlegen, so daß er parallel zum Meßinstrument gerichtet ist. Man stelle das Anthropometer jetzt vor die rechte obere Extremität des zu Beobachtenden und verfähre im übrigen wie S. 285 angegeben. Die rechte Hand führt den Schieber, die linke sucht den Punkt, ohne die Extremität im ganzen zu bewegen, und verschiebt den Horizontalstab des Instruments, bis dessen Spitze den gesuchten Punkt berührt. Man achte darauf, daß das Individuum beim Palpieren und besonders beim Messen die Schultern weder senkt noch hebt. Es muß vielmehr während der Abnahme sämtlicher Armmaße geradeaus blicken. Gestattet man ihm, dem Messen zuzusehen, so wird mit dem Kopf regelmäßig auch die ganze rechte Körperhälfte gesenkt, und die Maße sind unbrauchbar.

9. Höhe der rechten Ellenbogengelenkfuge über dem Boden (hauteur de l'articulation du coude droit; height of the upper edge of the head of radius): Vertikale Entfernung des rechten Radiale (r) vom Boden. Anthropometer (vgl. auch Maß Nr. 47).

Zur Abnahme dieses und der beiden folgenden Maße muß der rechte Arm in der gleichen gestreckten, absolut ruhigen Haltung verbleiben wie bei Maß 8. Der Beobachter kann selbst viel zu einer ruhigen Armhaltung und damit zur Genauigkeit der Maße beitragen, wenn er die Spitze des Horizontalstabes des Anthropometers so lange auf dem einen Meßpunkt (in diesem Falle auf dem Akromion) liegen läßt, bis er mit der linken Hand den nächstfolgenden aufgesucht und fixiert hat, und wenn er ferner selbst seinen eigenen Arm an die vertikale Wand, vor der das Individuum steht, fest anlegt. Anfängern ist zu empfehlen, besonders die Punkte der oberen Extremität vor Beginn der Messung mit dem Dermographen zu bezeichnen. Bei körperlich schwer arbeitenden Individuen kann unter Umständen eine vollständige Streckung des Armes Schwierigkeiten bereiten. In diesem Fall sowie bei geringer Übung im Messen wird man statt der projektivischen Messungen besser die direkten Maße (Nr. 47 und 48) wählen (Abb. 179).

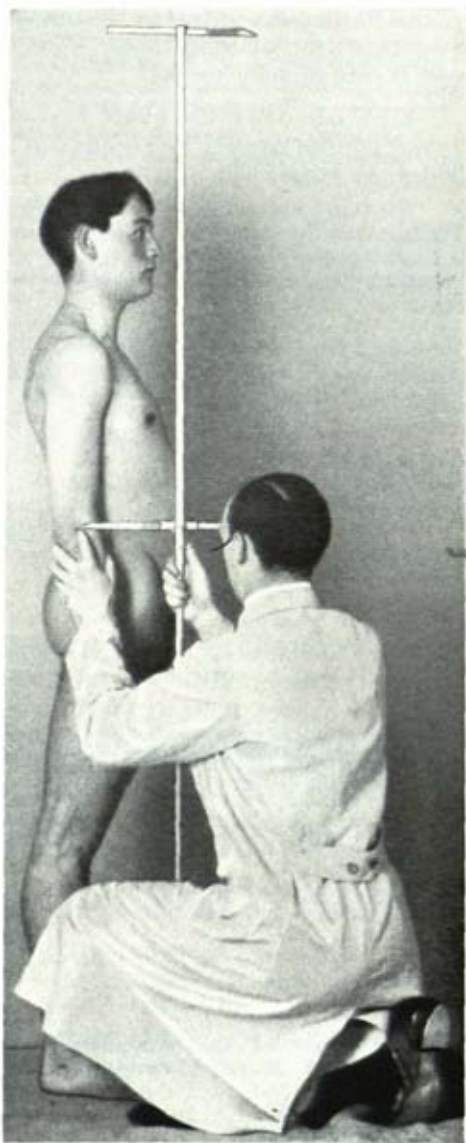


Abb. 179. Messung der Höhe der rechten Ellenbogen-Gelenkfuge (Maß Nr. 9).

10. Höhe des Griffelfortsatzes des rechten Radius über dem Boden (Handgelenkhöhe): Vertikale Entfernung des rechten Stylium (sty) vom Boden. Anthropometer.

11. Höhe der rechten Mittelfingerspitze über dem Boden (Fingerspitzenhöhe): Vertikale Entfernung des rechten Daktylion (da) vom Boden. Anthropometer.

Die Hand muß zur Abnahme des Maßes ganz gestreckt werden, d. h. in die gerade Verlängerung des Armes zu liegen kommen; sie verliert also die Berührung mit der Seitenfläche des Oberschenkels. Man achte sorgfältig darauf, daß der Arm in seiner ursprünglichen Lage bleibt, d. h. nicht heruntergezogen oder gesenkt wird, was bei Befolgung der oben angegebenen Maßregeln und bei einiger Übung zu erreichen ist.

12. Höhe des rechten Darmbeinkammes über dem Boden (Cristahöhe): Vertikale Entfernung der höchsten Erhebung des rechten Darmbeinkammes vom Boden. Anthropometer.

Der bewegliche Arm des Instruments wird nicht auf die Crista iliaca aufgeschoben, da sonst das Maß durch die Dicke der Weichteile beeinflusst würde, sondern nur an das Iliocristale, d. h. an den höchsten Punkt des Umschlagandes der Crista iliaca angelegt. Man achte darauf, daß das zu messende Individuum sich nicht nach der Seite neigt. Der von englischen Autoren vorgeschlagene Meßpunkt, das sogenannte „Iliac tubercle“ („a projection on the outer edge of the iliac crest about  $1\frac{1}{2}$ —2 inches behind the ant. sup. spine“) ist durchaus ungeeignet.

13. Höhe des rechten vorderen oberen Darmbeinstachels über dem Boden (vordere Spinalhöhe): Vertikale Entfernung des rechten Iliospinale ant. (is) vom Boden. Anthropometer.

Einige Autoren wählen statt des Iliospinale die am meisten vorspringende Stelle des abfallenden Cristarandes, doch handelt es sich hier um einen Punkt bzw. eine Fläche, dessen Höhe sehr schwer gleichmäßig festzustellen ist.

14. Höhe des rechten großen Rollhügels über dem Boden (Trochanterhöhe): Vertikale Entfernung des Trochanterion (tro), d. h. des Oberrandes des rechten Trochanter major vom Boden. Anthropometer.

Der verlangte Punkt ist bei Frauen und bei Männern mit stärker entwickeltem Panniculus adiposus oder kräftiger Muskulatur nicht genau festzustellen.

15. Höhe der rechten Kniegelenkfuge über dem Boden (Kniehöhe): Vertikale Entfernung des rechten Tibiale (ti) vom Boden. Anthropometer.

Zur Abnahme dieses Maßes muß der Beobachter Kniebeugstellung einnehmen (vgl. auch Abb. 179). Wer dies vermeiden will, kann auch das Individuum etwas erhöht (Schemel, Kiste, Podium, Stuhl) stellen. Man lasse sich das Anthropometer von dem zu Messenden mit der einen Hand halten, um die linke Hand für das Aufsuchen des Meßpunktes frei zu bekommen. Wenn Maß 15, wie gelegentlich empfohlen, weggelassen wird, fallen mindestens drei für die Körperproportionen wichtige Verhältniszahlen weg.

16. Höhe der rechten inneren Knöchelspitze über dem Boden (Fußhöhe): Vertikale Entfernung des rechten Sphyrion (sph) vom Boden. Anthropometer. Es wird auch Messung mit dem Gleitzirkel empfohlen (WAGENSEIL).

17. Spannweite der Arme (Klafterweite; grande envergure; span or stretch of arms): Geradlinige Entfernung der beiden Daktylia (da) voneinander bei gestreckten, horizontal nach den Seiten gehaltenen Armen. Anthropometer.

Der Beobachter stellt sich mit horizontal gehaltenem Anthropometer (Nullpunkt nach links) dicht vor das zu messende, mit waagrecht ausgestreckten Armen an der Wand stehende Individuum, faßt dessen rechte Mittelfingerspitze und hält sie mit der eigenen linken Hand am Nullpunkt des Instruments fest. Das Anthropometer verläuft also un-



gefähr im Niveau der Schlüsselbeine vor der Brustwand des zu Messenden. Hierauf fordert man das Individuum auf, die Mittelfingerspitze seiner linken Hand an den Unterrand des Schieberkästchens zu legen und dieses letztere soweit als möglich nach außen zu schieben. Hat man sich überzeugt, daß die größtmögliche Streckung erreicht ist, ohne daß sich die rechte Fingerspitze vom Nullpunkt der Skala entfernt hat, so nimmt man das Instrument weg und liest am Unterrand des Schieberkästchens (nicht am Schieberfenster) das Maß ab. Man achte darauf, daß der Schieber nicht zu schwer läuft und daß die einzelnen Teile des Anthropometers nicht auseinandergeschoben werden. Das Maß wird also vor der Brust genommen und stellt ein Maximalmaß dar.

17a. Gleiches Maß, im Rücken des Individuums genommen. Man stellt das zu messende Individuum mit seitwärts gestreckten Armen an eine Wand, so daß die Streckseite der Arme an diese anliegen. Hierauf markiert man an der Wand selbst die Lage der beiden Mittelfingerspitzen und liest mit dem Bandmaß die Entfernung der beiden bezeichneten Punkte ab. Man kann sich durch ein an der Wand angebrachtes Bandmaß oder ein in Zentimeter eingeteiltes Wachtuch (BERTILLON) das Ablesen des Maßes erleichtern, oder aber man läßt das Individuum mit der Spitze des einen Fingers die an eine Zimmerecke anstoßende Wand berühren und wird dann am Bandmaß direkt das Maß ablesen. Man kann auch durch einen Assistenten die Instrumente am Rücken des zu Messenden so festhalten lassen, daß dieser zugleich auch die Mittelfingerspitze vom Nullpunkt kontrolliert. Man schiebt dann den Schieber von der anderen Mittelfingerspitze an (WAGENSEIL).

Ein durch Addition der Schulterbreite und der beiden Armlängen gewonnenes Maß der Spannweite ist ganz ungeeignet, d. h. stets um mehrere Zentimeter größer als das direkte Maß.

#### b) An der dorsalen Körperseite (Nr. 18—22):

18. Höhe des Inion über dem Boden: Vertikale Entfernung des Inion (i) vom Boden. Anthropometer. Der Kopf ist in die Ohr-Augen-Ebene einzustellen.

19. Höhe des Dornfortsatzes des 7. Halswirbels über dem Boden: Vertikale Entfernung des Cervicale (c) vom Boden. Anthropometer.

20. Höhe des Dornfortsatzes des 5. Lendenwirbels über dem Boden: Vertikale Entfernung des Lumbale (lu) vom Boden. Anthropometer.

Das Lumbale ist nur bei Kindern und mageren Personen gut festzustellen, bei vielen Erwachsenen überhaupt nicht.

21. Höhe des Steißbeines über dem Boden. Vertikale Entfernung des untersten Steißbeinendes vom Boden. Anthropometer.

Man muß ziemlich tief am unteren Ende der Nates eingehen, um den Punkt zu finden, was meist als unangenehm empfunden wird.

22. Höhe des rechten hinteren oberen Darmbeinstachels über dem Boden (hintere Spinalhöhe): Vertikale Entfernung des rechten Iliospinale post. (isp) vom Boden. Anthropometer.

#### β) Projektivische Höhenmaße im Sitzen und Knieen (Nr. 23 bis 26) und entsprechend berechnete Maße.

23. Stammlänge (Körperhöhe im Sitzen, Sitzhöhe, Scheitelhöhe über dem Sitz, fälschlich auch Rumpflänge; *longueur du buste*; sitting height, height supra ischia): Vertikale Entfernung des Scheitels (v) von der Sitzfläche bei aufrechter Körperhaltung, d. h. bei möglichst gestreckter Wirbelsäule. Anthropometer.

Man stelle das Anthropometer hinter das Individuum auf das ebene Sitzbrett eines Hockers oder, wenn dafür kein Platz ist, auf den Boden, wobei in letzterem Fall die Höhe der Sitzfläche über dem Boden vom gewonnenen Maß abgezogen werden muß. Man beachte sorgfältig die Kopfhaltung (Ohr-Augen-Ebene als Horizont) und suche durch



Aufmunterung eine maximale Streckung der Wirbelsäule zu erreichen. Die Oberschenkel müssen parallel gerichtet sein. Bei Kindern und vielen Naturvölkern ist es aber oft ganz unmöglich, selbst auf kurze Zeit eine gleichmäßig gute Wirbelsäulenkrümmung zu erzielen. Auch die Höhe des Sitzes und die Haltung der unteren Extremität ist von Einfluß auf das Maß. Es sind Höhen des Sitzes von 20, 30 und 40 cm vorgeschlagen worden, doch ist am meisten die letztere Höhe zu empfehlen, weil dabei die Oberschenkel ziemlich genau horizontal gerichtet sind. Bei flachem Sitzen auf ebener Erde mit gekreuzten oder gestreckten Beinen sind die Krümmungsverhältnisse der Wirbelsäule wesentlich verschieden, und das Maß fällt um mehrere Zentimeter kleiner aus als beim Sitzen auf einem Hocker. DREYER (1921) läßt das Individuum sich auf ein Brett oder auf den Fußboden mit gebeugten Knien setzen, wobei es mit dem Rücken, d. h. dem tiefsten Teil des Kreuzbeins und dem Hinterkopf eine senkrechte Wand berührt. Die so gemessene Stammlänge ist 3% kleiner als die auf dem Hocker gewonnene.

23a. Projektives Maß, gewonnen durch Abzug des Maßes 6 von Maß 1.

23 (1). Sympsenmitte-Scheitelabstand, sog. Oberlänge: Direkt gemessen (OEDER). Die doppelte Oberlänge ist gleich der proportionellen Körpergröße OEDERS.

24. Höhe des Inion über der Sitzfläche (Länge der Wirbelsäule im Sitzen): Vertikale Entfernung des Inion über der Sitzfläche beim aufrecht sitzenden Individuum. Anthropometer.

25. Höhe des oberen Brustbeinrandes über der Sitzfläche (vordere Sitz-Rumpflänge): Projektivische Entfernung des Suprasternale von der Sitzfläche beim aufrecht sitzenden Individuum. Anthropometer.

26. Körperhöhe im Knien (Kniehöhe; height kneeling): Vertikale Entfernung des Scheitels von der Vorderfläche der Patella bei knieender Körperhaltung. Anthropometer. Man läßt das Individuum so mit geschlossenen Schenkeln niederknien, daß es gleichzeitig mit den Knien und den Spitzen der Zehen den Fußboden berührt. Die Körperhaltung muß möglichst gestreckt sein.

Das Maß wird benützt zur Berechnung der Kniehöhe, indem man die gefundene Zahl von der Körpergröße abzieht. Von dieser kann auch noch die Höhe des Malleolus internus abgezogen werden, um die Unterschenkelhöhe zu erhalten (vgl. auch unter Nr. 57 S. 338).

γ) Längenmaße des Rumpfes (Nr. 27—34) und seiner Abschnitte.

27. Länge der vorderen Rumpfwand (Rumpflänge): Projektivisches Maß, gewonnen durch Abzug des Maßes 6 vom Maß 4 (sst—sy). Konnte Maß 6 nicht festgestellt werden, so kann man Nr. 27 auch durch Abzug des Maßes 13 von Maß 4 (sst—is) gewinnen. Man muß die gewonnene Zahl nur um 20% vergrößern, um das Mittel der Rumpflänge zu erhalten (MOLLISON).

27 (1a). Vordere Rumpflänge, direktes Maß: Geradlinige Entfernung des Suprasternale (sst) vom Perineum. Stangenzirkel.

27 (7). Thoraxlänge (Brustkorblänge): Geradlinige Entfernung der Clavicula vom unteren Rand der 10. Rippe in der Medioclavicularlinie gemessen (BRUGSCH).

28. Wirbelsäulenlänge (fälschlich auch Rumpflänge): Geradlinige Entfernung des Subnasale (sn) vom Symphysis (sy).

Die folgenden drei Maße finden Verwendung bei der Messung von Affenleichen:

28. (3) Occipito-Schwanzspitzenlänge: Entfernung der Unterfläche des Occipitale von der Spitze des gestreckten Schwanzes, Stangenzirkel. Der Occipitalpunkt, der dem Oberrand des Atlasbogens entspricht, läßt sich bei frischen Affenleichen gut abtasten und durch eine eingestochene Nadel fixieren. Vertebra prominens (Cervicale) und Inion sind weniger leicht zu bestimmen.

28 (4). Occipito-Schwanzwurzellänge: Geradlinige Entfernung der Unterfläche des Occipitale von der Schwanzwurzel. Stangenzirkel. Sollten die Wirbel-

säulenkrümmungen mitberücksichtigt werden, so verwendet man das Bandmaß. Das Maß muß in letzterem Fall als Nummer 28 (4a) von dem eben erwähnten unterschieden werden. Die Schwanzwurzel wird bei Affen als die Mitte einer Linie bestimmt, welche die Unterränder der beiden Facies auriculares sacri miteinander verbindet. Als Schwanzwirbel bezeichnet man also alle jene Wirbel, die distal von der Verbindung des Beckens mit der Wirbelsäule gelegen sind.

28 (5). **Schwanzlänge**: Geradlinige Entfernung der Schwanzwurzel von der Spitze des gestreckten Schwanzes. Entweder direkt mit dem Stangenzirkel gemessen oder durch Abzug der beiden vorstehenden Maße zu gewinnen.

29. **Halslänge**: Projektivisches Maß, gewonnen durch Abzug des Maßes 4 von Maß 3. Kopfhaltung von Wichtigkeit.

29 (1). **Direktes Maß**: Geradlinige Entfernung der Halsfurche vom Suprasternale (sst). Stangenzirkel.

29 (4). **Kopf-Hals-Länge**: Projektivisches Maß, gewonnen durch Abzug des Maßes 4 von Maß 1.

30. **Nackenlänge**: Projektivisches Maß, gewonnen durch Abzug des Maßes 19 von Maß 18. Kopfhaltung von Wichtigkeit.

30a. **Direktes Maß**: Geradlinige Entfernung des Inion (i) von Cervicale (c). Stangenzirkel.

31. **Nabel-Jugular-Abstand** (Nabellage): Projektivisches Maß, gewonnen durch Abzug des Maßes 5 vom Maß 4.

31a. **Direktes Maß**: Geradlinige Entfernung des Omphalion (om) vom Suprasternale (sst). Stangenzirkel.

32. **Nabel-Symphysen-Abstand** (Höhe des Nabels, Höhe des Unterleibes, Länge des Abdomens): Projektivisches Maß, gewonnen durch Abzug des Maßes 6 vom Maß 5.

32a. **Direktes Maß**: Geradlinige Entfernung des Omphalion (om) vom Symphision (sy). Stangenzirkel.

33. **Mamillio-Jugular-Abstand** (Mamillenlage): Abstand des rechten Thelion (th) vom Suprasternale (sst), auf die Längsachse des Körpers projiziert. Gewonnen durch Abzug des Maßes 7 vom Maß 4.

34. **Höhe des Beckens**: Entfernung des Iliospinale (is) der einen Seite vom Tuber ossis ischii derselben Seite. Die Extremität muß bei Abnahme dieses Maßes stark im Hüftgelenk gebeugt werden, damit der Sitzknorren gefunden werden kann. Großer Tasterzirkel.

d) **Breiten- und Tiefenmaße des Rumpfes** (Nr. 35—44).

35. **Breite zwischen den Akromien** (Schulterbreite; largeur maximum des épaules; breadth of shoulders): Direktes Maß. Geradlinige Entfernung der beiden Akromien (a) voneinander. Stangenzirkel.

Man achte darauf, daß das zu messende Individuum die Schultern streckt, d. h. nicht nach vorn senkt, wodurch das Maß zu klein würde. Man palpiere die Punkte mit den auf die Spitze der Zirkelarme gelegten Zeigefingern (Abb. 180).

35 (1). **Breite zwischen den Achselhöhlen**: Geradlinige Entfernung der beiden oberen Enden der Achselspalten voneinander. Im Rücken zu messen. Stangenzirkel.

36. **Transversaler Brustdurchmesser** (Frontal-Brustweite; largeur de la poitrine): Direktes Maß. Geradlinige Entfernung der beiden am meisten seitlich ausgeladenen Rippenpunkte in der Höhe des Mesosternale (mst) voneinander. Stangenzirkel oder großer Tasterzirkel.



Die Abnahme genauer Brustdurchmesser wird vielfach auch durch die fast regelmäßig vorkommenden halbseitigen Asymmetrien des Brustkorbes erschwert. Das Maß wird in der Mitte zwischen In- und Expiration bei ruhigem Atmen genommen. Der Stangenzirkel muß horizontal vor die Brust gehalten und der bewegliche Arm seitlich angeschoben werden. Die Messung wird auch bei tiefster Inspiration durchgeführt.

37. **Sagittaler Brustdurchmesser** (gerader Brustdurchmesser, Brusttiefe, sagittale Brustweite; *épaisseur du thorax*; depth of chest): Direktes Maß. Geradlinige Entfernung des Mesosternale (mst), besser Unterrand des Corpus sterni von der in der gleichen Horizontalebene gelegenen Dornfortsatzspitze der Brustwirbelsäule bei ruhiger Atmung. Die Arme hängen ruhig an den Seiten herab. Großer Tasterzirkel.



Abb. 180. Messung der Breite zwischen den Akromien (Maß Nr. 35).

Man achte darauf, das Instrument gut horizontal zu halten. Um Maß 36 und 37 genau in der vorgeschriebenen Horizontalebene zu nehmen, kann man vor Abnahme der Messung ein Gummiband um den Brustkorb legen. SARGENT nimmt als vorderen Punkt einen Punkt auf dem Brustbein in der Höhe der Brustwarzen und mißt den Durchmesser senkrecht zur Längsachse der Wirbelsäule.

37 (1). **Oberer gerader Brustdurchmesser** (Tiefe des Brusteingangs): Direktes Maß. Geradlinige Entfernung des Cervicale (c) vom Suprasternale (sst). Großer Tasterzirkel.

37 (2). **Unterer gerader Brustdurchmesser**: Direktes Maß. Geradlinige Entfernung des unteren Endes des Manubrium sterni von dem in der gleichen Horizontalebene gelegenen Dornfortsatz der Brustwirbelsäule. Großer Tasterzirkel.

37 (3). **Sagittaler Durchmesser des Abdomen** (Depth of abdomen): Direktes Maß. Geradlinige Entfernung eines in der Median-sagittal-Ebene direkt über dem Nabel gelegenen Punktes von einem Punkt der Dornfortsatzlinie der Lendenkurve. Der Durchmesser soll senkrecht auf der Achse der Wirbelsäule stehen.

38. **Breite zwischen den Brustwarzen** (Brustwarzenabstand, Mamillardistanz, Breite zwischen den Papillen: *diamètre-bi-mamélonnaire*; breadth of nipples; Linea intermamillaris;: Direk-

tes Maß. Geradlinige Entfernung der beiden Thelia (th) voneinander. Stangenzirkel.

39. **Breite der Taille** (*diamètre de la taille minimum*; breadth of waist): Breite im Niveau der stärksten Einschnürung der seitlichen Rumpfkontur.

39 (1). **Angulus epigastricus**. Der Scheitelpunkt des Winkels liegt am Unterrand des corpus sterni, die Schenkel liegen an den Rippenbögen (BRUGSCH). Winkelmesser.

40. **Größte Breite zwischen den Darmbeinkämmen** (Bekkenbreite, Cristalbreite, Distantia intercrystalis; *largeur maximum des hanches*,



diamètre bi-iliaque externe; distance between iliac tubercles): Direktes Maß. Geradlinige Entfernung der beiden Iliocristalia (ic) voneinander. Stangenzirkel.

Das Maß wird also außen am Beckenkamm (d. h. am Labium externum der Crista iliaca) gemessen und das Instrument leicht angedrückt. Die Messung mit dem Taster ist schwieriger.

41. Breite zwischen den vorderen oberen Darmbeinstacheln (Spinalabstand): Direktes Maß. Geradlinige Entfernung der beiden Iliospatialia ant. (is) voneinander. Stangen- oder Tasterzirkel.

Man beachte das S. 314 über das Iliosporale Gesagte.

41 (1). Breite zwischen den hinteren oberen Darmbeinstacheln: Direktes Maß. Geradlinige Entfernung der beiden Iliospatialia post. (isp). Taster- oder Stangenzirkel.

42. Breite zwischen den großen Rollhügeln (Trochanterbreite, Hüftbreite; diamètre bi-trochantérien; breadth of hips): Direktes Maß. Geradlinige Entfernung der beiden seitlich am meisten vorragenden Punkte der großen Rollhügel (tro) voneinander. Stangenzirkel.

Das Instrument ist leicht anzudrücken. Die Füße sollen geschlossen sein und das Gewicht des Körpers muß auf beiden Beinen ruhen.

42a. Größte Hüftbreite. Direktes Maß. Geradlinige Entfernung der beiden seitlich am meisten vorragenden Punkte der Oberschenkel voneinander. Stangenzirkel. Das Maß wird ohne Rücksicht auf die Trochanteren an der Stelle der größten seitlichen Ausladung genommen. Das Instrument darf nur leicht berühren. Körperhaltung wie bei Maß Nr. 42.

43. Conjugata externa des Beckens (äußerer gerader Beckendurchmesser): Direktes Maß. Geradlinige Entfernung des Symphysis (sy) vom Lumbale (lu). Tasterzirkel.

43 (1). Abstand der beiden Darmbeinspitzen voneinander. Direktes Maß. Geradlinige Entfernung des rechten Iliosporale ant. (is) vom rechten Iliosporale post (isp). Tasterzirkel.

44. Neigungswinkel des Beckens (Neigung der anthropologischen Beckenebene): Durch einfache konstruktive Zeichnung zu gewinnen, indem man die Conjugata externa (sy—lu) als Hypotenuse und die Differenz zwischen den Maßen 6 und 20 als vertikale Kathete benützt. Der Neigungswinkel wird dann gebildet von der Hypotenuse und der sich aus der Konstruktion ergebenden horizontalen Kathete und wird mittels des Transporteurs abgelesen. Da die Beckenneigung sich bei Spreizstellung oder bei Rotation der Beinachsen ändert, gelten die gefundenen Werte nur für die sogenannte Normalstellung.

44 (1). Sagittale Beckenneigung (Spinalneigung): Winkel, den eine die vordere obere und hintere obere Darmbeinspitze verbindende Gerade mit der Horizontalebene bildet. Zu berechnen aus den Maßen 13, 22 und 43 (1), oder direkt abzulesen unter Anwendung des SCHULTHEISSchen Nivellierzirkels oder mittels des Tasterzirkels und Ansteck-Goniometers (s. unter kraniometrische Technik).

e) Längen- und Breitenmaße der oberen Extremität (Nr. 45—52).

Wenn zur Messung der oberen Extremität nicht die projektivischen, sondern die direkten Maße gewählt werden, ist vorherige Orientierung über die Meßpunkte und Bezeichnung derselben mittels des Dermographen unerlässlich.

45. Ganze Armlänge rechts (largeur du membre supérieur; length of upper limb): Direktes Maß. Geradlinige Entfernung des Akromion (a) vom Daktylion (da) der hängenden, gestreckten rechten oberen Extremität. Stangenzirkel.

Werden die Komponenten der ganzen Armlänge (Nr. 47, 48 und 49) gemessen, so kann man Maß Nr. 45a auch durch Addition dieser 3 Maße gewinnen. Die projektivischen und direkten Maße stimmen natürlich nie ganz überein, da die Bedingungen der Messungen verschieden sind (vgl. S. 327). Die Armlänge an dem nach vorn oder nach der Seite ausgestreckten Arm vom Akromion aus zu bestimmen, ist unzulässig, weil bei dieser Haltung der Humeruskopf unter das Akromion verlagert wird und das Maß zu kurz ausfällt.

45a. Projektivisches Maß, gewonnen durch Abzug des Maßes 11 vom Maß 8.

46. Armlänge rechts ohne Hand (Oberarm- plus Unterarmlänge): Direktes Maß. Geradlinige Entfernung des Akromion (a) vom Stylium (sty). Stangenzirkel.

46a. Projektivisches Maß, gewonnen durch Abzug des Maßes 10 vom Maß 8.

47. Länge des rechten Oberarms: Direktes Maß. Geradlinige Entfernung des Akromion (a) vom Radiale (r). Stangenzirkel (Abb. 181).

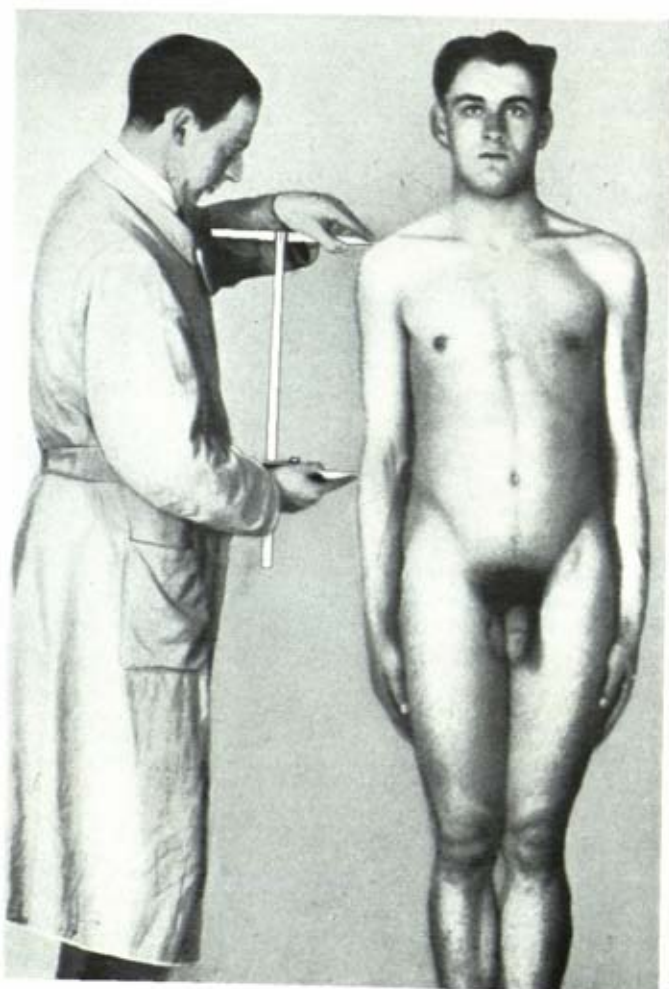


Abb. 181. Messung der Länge des rechten Oberarmes (Maß Nr. 47).

47a. Projektivisches Maß, gewonnen durch Abzug des Maßes 9 vom Maß 8.

47b. Direktes Maß. Geradlinige Entfernung des Akromion (a) von dem Punkt der stärksten seitlichen Vorrangung des Epicondylus lateralis humeri. Stangenzirkel. Dieses Maß gibt nicht die ganze Armlänge.

47 (2). Geradlinige Entfernung des Oberrandes des Humeruskopfes vom Unterrand des Capitulum humeri. Stangenzirkel.

Als Ersatz für Maß 47 bei Affenleichen, da bei diesen das Akromion keinen geeigneten Meßpunkt für die Oberarmlänge darstellt. Um den Punkt zu markieren, wird eine Nadel direkt unterhalb des Akromion in der Art eingestochen, daß sie am Oberrand des Humeruskopfes anliegt.

48. Länge des rechten Unterarms (Vorderarmlänge): Direktes Maß. Geradlinige Entfernung des rechten Radiale (r) vom rechten Stylium (sty). Stangenzirkel.

48a. Projektivisches Maß, gewonnen durch Abzug des Maßes 10 vom Maß 9.

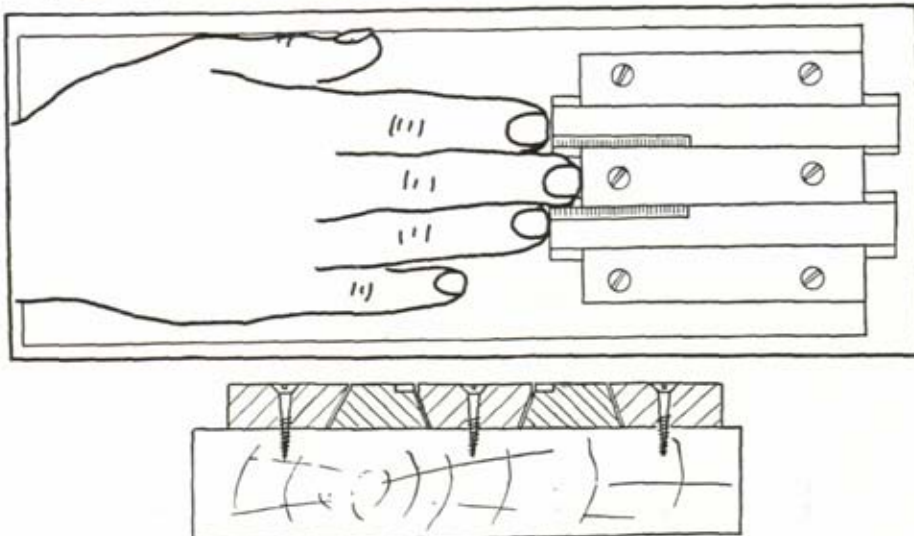
48 (2). Länge der Ulna: Direktes Maß. Geradlinige Entfernung des Endes des Olecranon von der Spitze des Processus styloideus ulnae.

48 (3). Länge von Unterarm plus Hand (longueur de la coudée; length of the cubit): Direktes Maß. Geradlinige Entfernung der Spitze des Ellenbogens von der Spitze des Mittelfingers. Stangenzirkel. Das Maß wird bei gebeugtem Arm an der Streckseite der Extremität genommen. Es ist aber unzulässig, durch Abzug dieses Maßes von der ganzen Armlänge die Humeruslänge zu berechnen (TOPINARD) oder dasselbe gar der Armlänge gleichzusetzen (MANOUVRIER). Die annähernde Länge des Unterarmes, d. h. der Ulna, erhält man durch Abzug der Handlänge von dem Maß 48 (3).

49. Länge der rechten Hand: Direktes Maß. Geradlinige Entfernung des Mittelpunktes einer der beiden Stylia (sty) des rechten Unterarmes verbindenden Linie vom Daktylion (da) des Mittelfingers. Stangenzirkel.

49a. Projektivisches Maß, gewonnen durch Abzug des Maßes 11 vom Maß 10.

50. Länge des rechten Handrückens: Direktes Maß. Geradlinige Entfernung einer der beiden Stylia (sty) des rechten Unterarmes verbindenden Geraden vom Phanlangion (ph III), d. h. von der Mitte der Articulatio metacarpophalangea des Mittelfingers. Stangenzirkel.



**Querschnitt**

Abb. 182. Meßbrett zur Messung der Fingerlängen.



51. Länge des rechten Mittelfingers (longueur du médius): Direktes Maß. Geradlinige Entfernung des Phalangion (ph) des Mittelfingers der rechten Hand vom Daktylion (da) des gleichen Fingers. Stangenzirkel oder Gleitzirkel.

An dem Handrücken (auf der Streckseite) bei gestreckter Hand zu messen. Bei gebeugter Hand, sowie bei Ulnar- und Radialflexion ergeben sich ganz andere Maße.

51a. Mit der Prominenz einzelner Finger befaßt sich ein Verfahren von GEORGE (Abb. 182). Auf einem harthölzernen Brett von  $30 \times 11 \times 3$  cm ist ein flaches Lättchen von  $10 \times 2 \times 0,7$  cm am oberen Ende befestigt. Beidseitig von diesem Stäbchen sind je ein gleiches im Abstand von 2 cm in gleicher Richtung und Höhe befestigt. Die Zwischenräume werden mit einem in einer Gehre laufenden Stäbchen ausgefüllt. Diese beiden beweglichen Stücke sind am vorderen Ende mit einem auf 0,5 mm geeichten Zelluloid-Maßstäbchen von 5 cm Länge bündig. Die Messung geht so vor sich, daß die Hand auf das Brett gelegt wird, Arm-, Hand- und Mittelfingeradise in einer Geraden. Daktylion III ist am mittleren festen Stäbchen angelegt. Die beiden beweglichen Maßstäbe werden auf die Fingerspitzenenden II resp. IV geschoben. Die Differenz vom Mittelfinger kann an der Kante des festen Stäbchens abgelesen werden.

Darnach werden folgende Fingertypen (für Europäer) unterschieden:

Geschlecht	Finger-Typ	Rechte Hand		Linke Hand		Beide Hände	
		n	%	n	%	n	%
Männer	Zgf. länger	56	28	40	20	96	24
	Rgf. länger	111	55	130	65	241	60
	beide =	34	17	31	15	65	16
	zusammen	201	100	201	100	402	100
Frauen	Zgf. länger	57	52	51	47	108	50
	Rgf. länger	26	24	31	28	57	26
	beide =	26	24	27	25	53	24
	zusammen	109	100	109	100	218	100
Männer und Frauen	Zgf. länger	113	37	91	29	204	33
	Rgf. länger	137	44	161	52	298	48
	beide =	60	19	58	19	118	19
	zusammen	310	100	310	100	620	100

51 (1). Länge des rechten Daumens: Direktes Maß. Geradlinige Entfernung des Phalangion des Daumens (ph I) der rechten Hand vom Daktylion des gleichen Fingers (da). Stangen- oder Gleitzirkel. An der Streckseite zu messen.

Es können natürlich in gleicher Weise auch die übrigen Finger beider Hände gemessen werden. Morphologisch unrichtig sind alle Fingerlängen, bei welchen die Köpfchen der Metatarsalia mitgemessen werden, wie dies bei Abnahme des Maßes bei rechtwinkliger Beugung der Finger im Metacarpophalangealgelenk der Fall ist. Die Fingerlängen können auch, allerdings mit noch geringerer Genauigkeit, in den Spalträumen gemessen werden, doch muß man in diesem Fall genau angeben, von welchem Spaltraum aus die Messung des einzelnen Fingers vorgenommen wurde. Ein Vergleich der so gemessenen Fingerlängen mit den Fingerlängen Nr. 51 orientiert über die Ausbildung der sogenannten Schwimnhautfalten.

52. Breite der gestreckten rechten Hand (Handbreite I): Direktes Maß. Geradlinige Entfernung des Metacarpale radiale (mr) vom Metacarpale ulnare (mu) bei gestreckten Fingern über dem Handrücken gemessen. Stangen- oder Gleitzirkel.

52 (1). **Breite des rechten Handgelenks:** Direktes Maß an der schmalsten Stelle der Hand, direkt oberhalb des Gelenks.

52 (2). **Breite der Handwurzel:** Infolge der Weichteilauflagerung ein ziemlich unsicheres Maß. Man erhält die konstantesten Werte, wenn man bei horizontal gehaltenem Unterarm die Hand stark beugt und schlaff nach abwärts hängen läßt. Dann mißt man mittels des Gleitzirkels von dem tiefsten Punkt unterhalb des Processus styloideus ulnae bis zum entsprechenden tiefsten Punkt unterhalb des Processus styloideus radii, der zwischen der Endsehne des M. extensor pollicis longus und des M. abductor pollicis longus bzw. des M. extensor pollicis brevis gelegen ist.

52 (3). **Handbreite II:** Breite zwischen Proxincidion und Ulnouintion. An der Handzeichnung gemessen (vgl. Abb. 219).

52 (4). **Handbreite III:** Breite zwischen Distindicion und Ulnouartion. An der Handzeichnung gemessen (vgl. Abb. 219).

Zur Beurteilung des Knochenbaues sind wichtig:

52 (3). **Breite der unteren Humerusepiphyse** (fälschlich Breite des Ellenbogengelenks): Geradlinige Entfernung der beiden am meisten vorragenden Punkte des Epicondylus med. und lat. voneinander.

Bei mageren muskelschwachen Individuen kann eventuell bei hängendem supiniertem Arm mit dem Gleitzirkel gemessen werden. Bei muskelstarken Individuen verschwindet aber der Meßpunkt des Epicondylus lateralis hinter dem M. brachioradialis und man muß infolgedessen den Arm beugen lassen oder bei hängendem Arm den Tasterzirkel verwenden.

52 (4). **Untere Radio-Ulnar-Breite** (fälschlich Breite des Handgelenks): Direktes Maß. Größte Breite zwischen den beiden seitlich am meisten vorragenden Stellen oberhalb (proximalwärts) der Processus styloidei ulnae et radii.

Das Maß wird am besten von der Dorsalseite her mit dem Gleitzirkel genommen. Es verläuft nicht genau rechtwinkelig, sondern etwas schief zur Längsachse des Unterarms.

Sämtliche Maße der Hand können auch an der Umrißzeichnung (vgl. S. 169/423) genommen werden, sind dann allerdings nicht voll mit den direkt gemessenen identisch.

Anhangsweise sei noch die Messung des **Armwinkels**, d. h. des Winkels, den Ober- und Unterarm miteinander bilden, erwähnt. Gemessen wird bei vollständig gestrecktem Arm bei Supination des Vorderarms, am besten mit dem von NAGEL (1907) konstruierten Instrument, das aus zwei Hebelarmen und einer mit Gradeinteilung versehenen kreisrunden Scheibe besteht. Dasselbe wird so an die Vorderseite des Armes angelegt, daß die Mitte der Scheibe (Drehungsachse der beiden Schenkel) in die Mitte der Gelenkbeuge des Ellenbogengelenks zu liegen kommt. Auf der Scheibe wird der Winkel abgelesen.

f) **Längen- und Breitenmaße der unteren Extremität** (Nr. 53—60).

53. **Ganze Beinlänge rechts:** Projektivisches Maß. Gewonnen aus Maß 13—n. n variiert nach dem Alter bzw. der Körpergröße, indem bei ausgewachsenen Individuen im Mittel 40 mm abzuziehen sind.

Für verschiedene Körpergrößen und bei wachsenden Individuen empfehlen sich die folgenden Abzüge:

bei einer Körpergröße bis zu	130 = 15 mm
bei einer Körpergröße von	131—150 = 20 mm
bei einer Körpergröße von	151—165 = 30 mm
bei einer Körpergröße von	166—175 = 40 mm
bei einer Körpergröße von	176—x = 50 mm

PÖCH (1916) bringt auch die Körpergröße in Anrechnung und empfiehlt folgende Berechnung:

$$\text{Symphysenhöhe} + \frac{33 \times 100}{\text{Kpr.} \times 70}$$

Für die verschiedenen Körpergrößenstufen ergeben sich danach folgende Werte zur Addition:

Körpergröße	1391—1437	30 mm	Körpergröße	1674—1720	36 mm
	1438—1484	31 mm		1721—1767	37 mm
	1485—1532	32 mm		1768—1814	38 mm
	1533—1579	33 mm		1815—1862	39 mm
	1580—1626	34 mm		1863—1909	40 mm
	1627—1673	35 mm			

Einige Autoren nehmen die Höhe der Spina iliaca über dem Boden (Maß 13, S. 328) einfach als Beinlänge.

53 (1). Gewonnen aus Maß 6 (Symphysenhöhe), zu welchem im Mittel 35 mm hinzugezählt werden. TOPINARD empfiehlt die Addition von 43 mm, während andere Autoren auch die Symphysenhöhe einfach gleich der Beinlänge setzen. MOLLISON (1912) gibt, nach Messungen an Skeletten verschiedener Rassen, vorwiegend Australiern, die absolute Höhendifferenz zwischen Symphysis und Kuppe des Femurkopfes mit 38,1 mm (19—54 mm), diejenige zwischen Iliospinale und Kuppe des Femurkopfes mit 33,8 mm (18—52 mm) an. Die individuellen Verschiedenheiten sind hauptsächlich durch die wechselnde Neigung und Form der Beckenschaukeln und die Form der Gelenkpfanne bedingt.

53 (2). Gewonnen aus Maß 14 (Trochanterhöhe), zu welchem 23 mm hinzugezählt werden.

53 (4). Differenz zwischen Körpergröße (1) und Stammlänge (23).

54. Beinlänge rechts ohne Fuß (Länge von Ober- plus Unterschenkel): Projektives Maß, gewonnen durch Abzug des Maßes 16 vom Maß 13. Der gefundene Wert ist dann noch um 4 % zu verringern, um die wahrscheinliche Beinlänge zu erhalten.

55. Länge des rechten Oberschenkels (length of thigh): Projektives Maß, gewonnen durch Abzug des Maßes 15 vom Maß 13. Von der gefundenen Zahl sind noch 7 % derselben abzuziehen. Dieses Maß entspricht der Länge des Femur, die für das aufrechtstehende Individuum natürlich ist (nach MOLLISON, 1912).

55a. Direktes Maß: Geradlinige Entfernung des Iliospinale (is) vom Tibiale (ti) abzüglich 40 mm. Stangenmaß. Dieses Maß ist notwendigerweise größer als Maß 55.

55c. Projektives Maß: Gewonnen durch Abzug des Maßes 15 vom Maß 6. Zu dem gefundenen Wert sind noch 10 % desselben zu addieren.

55 (1). Direktes Maß: Geradlinige Entfernung des oberen Endes des großen Trochanters (tr) vom Oberrand der Tibia, an der Außenseite des Kniegelenkes gemessen. Stangenmaß. Der Stab des Instrumentes ist der Längsachse des Oberschenkels parallel zu halten.

56. Länge des rechten Unterschenkels (length of the leg): Projektives Maß, gewonnen durch Abzug des Maßes 16 vom Maß 15.

56a. Direktes Maß: Geradlinige Entfernung des rechten Tibiale (ti) vom rechten Sphyrion (sph). Stangenmaß.

56 (1). Geradlinige Entfernung der Kniegelenksspalte (Außenseite) von der äußersten Spitze des Malleolus lateralis. Stangenmaß.

57. Kniehöhe: Abstand des Oberrandes des Knies bzw. des Oberschenkels von der Fußsohle. Die untere Extremität wird rechtwinklig gebeugt und der Fuß auf einen Hocker von ca. 20 cm Höhe aufgestellt. Ein sehr ungenaues und dadurch ungeeignetes Maß.

58. Länge des belasteten rechten Fußes (longueur totale du pied): Direktes Maß. Geradlinige Entfernung des Pternion (pte) vom Akropodion (ap). Stangenmaß.



Die Stange des Instruments muß mit dem medialen Fußrand parallel laufen. Man achte darauf, daß das Körpergewicht auf den rechten Fuß übertragen ist, was durch Zurückstellen des linken Fußes erleichtert wird.

58 (1). *Vordere Fußlänge* (*longueur prémalléolaire du pied*): Projektivische Entfernung der Spitze der längsten Zehe von einer Senkrechten, die von der Spitze des Malleolus internus gefällt wird. Stangenzirkel.

58 (2). *Länge der Ferse*, gewonnen durch Abzug der vorderen Fußlänge Maß 58 (1) von der ganzen Fußlänge, Maß 58.

59. *Breite des belasteten rechten Fußes*: Direktes Maß. Geradlinige Entfernung des Metatarsale mediale (mtm) vom Metatarsale laterale (mtl) bei belastetem Fuß quer über den Fußrücken gemessen. Stangenzirkel.

Stets über die distalen Enden der Metatarsalia zu messen, nicht an der vorragendsten Stelle der Seitenkontur, da diese wesentlich weiter nach hinten liegen kann.

59 (1) *Hintere Breite des belasteten rechten Fußes*: Abstand des Processus styloideus metatarsi V von der Tuberositas ossis navicularis. Die Linie verläuft also schief zur Längsachse und geneigt zum Horizont. Gleitzirkel.

Fußmaße, die an dem frei gehobenen Fuß genommen werden, sind wesentlich kleiner, weil am belasteten Fuß eine Verschiebung im Fußskelett und ein Hinausdrängen des an der Sohle gelegenen Fettpolsters eine Verbreiterung des Fußes zur Folge hat. Sämtliche Fußmaße lassen sich auch an Umrißzeichnungen (vgl. S. 169/423) nehmen. Man markiert an denselben die Lage der Malleoli und trägt nachträglich die Fußachse ein, die die Breite halbiert und fast immer in das Interstitium II und III fällt. Die innere Fußkontur ist bei hohem Fußgewölbe schwer genau zu zeichnen.

60. *Höhe des rechten Fußes*: Entspricht dem Maß 16.

#### n) U m f ä n g e (Nr. 61—70).

61. *Umfang der Brust bei ruhigem Atmen* (Brustumfang während der Atempause oder in sogenannter Normalstellung; *périmètre ou circonférence thoracique; périmètre acillaire* (Unification des procédés de mensurations), girth of chest).

Von den verschiedenen Methoden (GUTTMANN 1925, KOHLRAUSCH u. a.), den Brustumfang zu messen, sei diejenige empfohlen, bei welcher das Bandmaß hinten direkt unter den unteren Schulterblattwinkeln seitlich hoch in der Achselhöhle und vorn genau oberhalb der Mamillen über die Warzenhöfe verläuft. Beim Anlegen des Bandmaßes sollen die Arme des zu Messenden nur so weit, daß man eben das Bandmaß unter den Achselhöhlen durchziehen kann, aber nicht bis zur Horizontalen gehoben werden und während der Messung selbst lose herabhängen. Im weiblichen Geschlecht muß bei stärker ausgebildeter und nicht gesenkter Mamma das Bandmaß etwas höher angelegt werden; es ist daher vorteilhaft, noch ein zweites Maß direkt unter den Mammæ, ungefähr in der Höhe der Basis des Processus xiphoideus, horizontal um den Thorax zu nehmen. Dieses Maß, auch bei Inspiration und Expiration festgestellt, orientiert uns über die Flankenatmung (MARTIN, 1925). Die Körperhaltung des zu messenden Individuums muß dabei eine durchaus zwanglose sein.

61a. *Brustumfang bei Inspiration*: Gleiche Technik wie eben. Man läßt das Individuum bei normaler Körperhaltung so tief als möglich einatmen, wobei die Bandmaßenden ganz locker zu halten sind, damit sie sich gegeneinander verschieben können, und notiert den höchst erreichten Wert.

61b. *Brustumfang bei Expiration*: Gleiche Technik wie eben. Um den Umfang der Brust bei größtmöglicher Expiration zu finden, läßt man das Individuum, ohne die Lage des Bandmaßes zu verändern, tief, d. h. forciert ausatmen, und notiert den kleinsten gefundenen Wert. Ein extremes Vorwärtsneigen der Schultern ist zu vermeiden.

Man muß für die Maße 61a und 61b das Aus- und Einatmen mehrere Male ausführen lassen und notiere die Werte erst, wenn die Zahl konstant bleibt. Manche Autoren messen ohne Rücksicht auf Mesosternale und Brustwarzen möglichst hoch in den Achselhöhlen (GUTTMANN, 1925), von anderen wieder wird die Höhe des Processus xiphoideus empfohlen (Unification des procédés de mensurations). Zur Messung wird auch die Höhe der 9. Rippe unterhalb des unteren Schulterblattwinkels, ungefähr 5 cm unterhalb der Brustwarze, bei der Frau also am Unterrand der Brust, vorgeschlagen (SARGENT). Bei der Messung der In- und Expiration wird das gleiche empfohlen. Die Thoraxform verändert sich bei starker Inspiration nicht gleichsinnig bei allen Individuen. Im allgemeinen findet eine Vergrößerung des sagittalen, in vielen Fällen aber auch eine solche des transversalen Durchmessers statt. Dies hängt mit den verschiedenen Atmungstypen, die wieder durch mannigfache Faktoren bedingt sind, zusammen.

**Exkursionsbreite oder Atmungsspielraum:** Die Differenz zwischen maximaler Inspiration und tiefster Expiration (Maß 61a—61b) wird praktisch als Exkursionsbreite oder Atmungsspielraum bezeichnet. Sie ist der zahlenmäßige Ausdruck für die mechanische Atmungsfunktion.

Die bei den militärischen Aushebungen übliche Art, den Brustumfang mit seitwärts horizontal ausgestreckten Armen zu messen, hat den Vorteil, daß die unteren Schulterblattwinkel höher stehen, aber den Nachteil, daß die bei abduziertem Arm stark vorspringenden, vom M. pectoralis major und latissimus dorsi gebildeten Wandungen der Achselhöhle mitgemessen werden (MARTIN, 1925).

61 (1). **Vorderer Brustbogen:** Bogenmaß. Entfernung der Mitte der Achselgegend der einen Seite von dem entsprechenden Punkt der anderen Seite, im Niveau oberhalb der Brustwarzen horizontal längs der Vorderseite der Brust gemessen. Bandmaß.

61 (2). **Seitlicher Brustbogen:** Bogenmaß. Von der Mittellinie des Brustbeins zur Wirbelsäule horizontal in der Höhe oberhalb der Brustwarzen längs einer Seitenwand der Brust. Bandmaß.

62. **Kleinsten Umfang oberhalb der Hüfte (Taillenumfang):** circonférence de la ceinture; girth of waist): Umfang des Abdomen im Niveau der am meisten eingezogenen Punkte der Seitenkontur des Körpers (zwischen Rippenbogen und Darmbeinkamm). Bandmaß.

Man legt das Bandmaß wie beim Brustumfang an der angegebenen Stelle horizontal um das Abdomen und notiert die Mittelzahl des durch die Abdominalatmung bedingten maximalen und minimalen Wertes des Umfanges.

62 (1). **Umfang in der Höhe des Nabels (Bauchumfang):** Das Bandmaß wird an der angegebenen Stelle horizontal um das Abdomen gelegt.

62 (2). **Oberer Abdominalbogen:** Bogenmaß. Entfernung des Endpunktes des Processus xiphoideus vom Mittelpunkt des Nabels. Bogenmaß.

62 (3). **Unterer Abdominalbogen:** Bogenmaß. Entfernung der Mitte des Nabels vom oberen Symphysenrand.

**Differenz der Maße 63 (2) und 63 (3).** Die Differenz der beiden Maße soll Maßstab für eine vorhandene Gewebsschwäche sein, die sich in entsprechender Vorwölbung der Bauchwand ausdrückt. Sie wird eingeteilt in Differenzen von 7 und mehr cm, von 5 bis 7 cm und von 3 bis 5 cm (AKALIN, 1952).

63. **Umfang des Halses:** Umfang direkt unterhalb des Kehlkopfes. Das Bandmaß wird an der angegebenen Stelle horizontal um den Hals gelegt.

64. **Umfang des Beckens (girth of hips):** Das Bandmaß wird hinten über das Lumbale, dann längs der Darmbeinkämme bis zu den vorderen Darmbeinstacheln und quer über die vordere Bauchwand geführt. Die Messung in der Mitte zwischen Trochanter und Darmbeinkamm gibt einen zu kleinen Umfang.

64 (1). **Umfang der Hüfte (girth of hips nach SARGENT).** Das Bandmaß wird über die Regio pubica, die Trochanteren und die größte Ausladung des Gesäßes geführt. Das Maß ist bei geschlossenen Füßen (und durchgedrückten Knien) zu nehmen.

65. **Größter Umfang des rechten Oberarms bei Streckung (circonférence bras bicipitale; girth of upper arm):** Das Bandmaß wird an der Stelle



der stärksten Vorwölbung des *M. biceps* horizontal um den hängenden Arm gelegt. Einige Autoren messen bei horizontal ausgestrecktem Arm, andere in der Mitte des Oberarmes ohne Rücksicht auf die Muskulatur. Der Muskel darf nicht kontrahiert werden.

65 (1). Gleiches Maß, jedoch bei stark gebeugtem Arm, d. h. bei möglicher Kontraktion des *M. biceps*. Der Ellbogen ist dabei nach außen gerichtet (SARGENT).

65 (2). Kleinster Umfang des Oberarmes (*circonférence bras minima* ou *sus-condylii*): Kleinster Umfang, wo er sich findet.

65 (3). Umfang des Ellenbogens (*girth of elbow* nach SARGENT): Das Bandmaß wird über den *Condylus internus humeri* geführt bei entspannter Unterarmmuskulatur.

65 (4). Umfang des Ellenbogengelenks: Gestreckt und gebeugt als Kriterium für die körperliche Beschaffenheit des Individuums (GUTTMANN, 1925).

66. Größter Umfang des rechten Unterarms (Unterarmumfang, *girth of forearm*, SARGENT, KÜHNEL): Das Bandmaß wird an der Stelle der stärksten Ausladung wenig unterhalb des Ellenbogengelenkes horizontal um den hängenden Arm gelegt. Die Hand soll gestreckt und nicht zur Faust geballt werden. Einige Autoren messen auch oberhalb des *Condylus internus humeri*.

67. Kleinster Umfang des rechten Unterarms (*circonférence minima de l'avant-bras* ou *poignet*; *girth of wrist*): Das Bandmaß wird proximalwärts der Knöchel über die schwächste Stelle des Unterarms gelegt. Einige Autoren messen stattdessen distalwärts des Unterarms zwischen *Processus styloidei* und Hand. Die Muskeln des Unterarms bleiben erschlafft.

67 (1). Distaler Unterarmumfang (Handgelenkumfang KÜHNEL): Am distalen Ende des Unterarms als größter Umfang über den Knöcheln gemessen, ein Ausdruck für die Knochenstärke (Robustizität des Individuums).

67 (2). Handumfang (KÜHNEL): Bei locker ausgestreckter Hand um die weiteste Ausladung der Metacarpophalangealgelenke II und V gemessen.

68. Größter Umfang des rechten Oberschenkels (*circonférence cuisse maxima*; *girth of thigh*): Das Bandmaß wird bei leicht gespreizten Beinen (die Fersen ca. 5–10 cm voneinander entfernt), an der Stelle der stärksten medialen Ausladung der Muskulatur unterhalb der Nates, nicht in die Glutäalfalte selbst, horizontal um den rechten Oberschenkel gelegt.

Da man sich hüten muß, mit dem Bandmaß die Geschlechtsteile zu berühren, stellt sich der Beobachter am besten auf die rechte Seite des zu messenden Individuums, legt das Bandmaß zuerst locker in der Kniegegend um die Extremität und führt es dann langsam nach oben bis er auf die Stelle, an welcher der Umfang zu nehmen ist. Man achte auch darauf, daß das Bandmaß senkrecht zur Achse der Extremität gerichtet ist.

68a. Gleiches Maß, jedoch direkt unter den Nates in der Glutäalfalte. Beide Beine gleichmäßig belasten, aber ungefähr 15 cm Fersendistanz (SARGENT).

68 (1). Mittlerer Umfang des rechten Oberschenkels: Das Bandmaß wird in der Mitte des Oberschenkels „halbwegs zwischen Becken und Knie“ herumgelegt. In der Mitte zwischen Trochanter Major und Kniegelenkspalte (HERXHEIMER, 1921). Ungenau Maß.

68 (2). Kleinster Umfang des rechten Oberschenkels (*circonférence sus-condylii*): Das Bandmaß wird an der schwächsten Stelle des Oberschenkels oberhalb des Kniegelenkes, d. h. der Patella, um die Extremitäten gelegt.

68 (3). Umfang des rechten Knies (*girth of knee*, SARGENT): Das Bandmaß wird genau über die Mitte der Patella um die Extremität gelegt.

68 (4). Epikondylen-Breite des rechten Oberschenkels (fälschlich Breite des Kniegelenkes): Direktes Maß. Größte Breite in der Höhe der Epikondylen des Femur. Gleitzirkel. Ein durch wechselnde Entwicklung des Unterhautfettes recht unsicheres Maß.



69. Größter Umfang des rechten Unterschenkels (Wadenumfang, *circonférence jambe maxima ou mollet*; *girth of the calf*): Das Bandmaß wird an der Stelle der stärksten Ausladung der Wadenmuskulatur horizontal um den Unterschenkel gelegt. Stellung des zu messenden Individuums und des Beobachters wie bei Maß 68.

Da die *M. gastrocnemii* sehr verschieden hoch liegen können, ist es auch interessant, die senkrechte Entfernung der Ebene vom Boden, in der das Maß genommen wurde, festzustellen.

70. Kleinster Umfang des rechten Unterschenkels (Knöchelumfang; *circonférence de la jambe sus-malléolaire*; *girth of ankle*): Dieser kleinste Umfang ist gewöhnlich direkt über den Fußknöcheln gelegen, an welcher Stelle das Bandmaß horizontal um den Unterschenkel gelegt werden muß.

70 (1). Umfang des Fußes (*girth of instep*): Das Bandmaß wird rechtwinklig zum Verlauf des Fußrückens so um den Fuß gelegt, daß es an der Sohlenfläche die Entfernung Großzehenspitze—Fersenpunkt halbiert. Bandmaß (SARGENT).

Sämtliche Umfänge der Extremitäten können natürlich beiderseits gemessen werden, speziell wenn es sich darum handelt, die Frage der Asymmetrie zu prüfen.

#### 9) Gewicht (Nr. 71 und 71 (1)).

71. Körpergewicht (G): Das Gewicht ist durch eine gute Waage mit einer Genauigkeit von 50 g festzustellen (vgl. S. 278). In das Beobachtungsblatt eingetragen wird nur das Gewicht des nackten Körpers, und zwar in kg, also: 53,6 = 53,600 g. Wissenschaftlichen Wert haben nur Nacktgewichte. Durchschnittsgewichte für Kleider sind im Prinzip unbrauchbar.

RAUTMANN (1921) fand bei Soldaten einen Unterschied zwischen Nacktgewicht und Gewicht in Uniform (in Stiefeln, Hose und Rock, ohne Mütze und Koppel) zwischen 3,0 und 8,0 kg. Rein rechnerisch ergibt sich daraus ein Durchschnitt von 6,08 kg, der aber, wie die große Variabilität zeigt, praktisch nicht verwertbar ist. Ist eine Wägung des nackten Individuums nicht möglich, so muß von dem festgestellten Gewicht ein approximativer Wert für die Kleider in Abzug gebracht werden.

Das Kleidergewicht (ohne Hut) von Männern im mittleren Europa beträgt im Durchschnitt 4500 g im Winter, 3800 g im Sommer, von Frauen 4000 g im Winter, 3000 g im Sommer. Man wird aber diese Zahlen je nach Umständen etwas modifizieren müssen, da Verschiedenheiten im Kleidergewicht je nach den klimatischen Verhältnissen, der Körpergröße und der sozialen Stellung bestehen. OEDER (1909) gibt aus je 50 Wägungen folgende Durchschnitte für volle Hauskleidung an:

	Sommer	Winter
Männer	3992	4500
Frauen	4146	4682.

In der Praxis zieht er zur Gewinnung des Nacktgewichtes von dem in Hauskleidern gewogenen Mann 5,0 kg, der Frau 4,5 kg ab.

Für Kinder gelten nach SCHMIDMONNARD (1900) die folgenden Zahlen für das Kleidergewicht:

- bei 3—6jähr. Knaben  $\frac{1}{18}$ — $\frac{1}{26}$  des Körpergewichts = 6 % des Körpergewichts
- bei 3—6jähr. Mädchen  $\frac{1}{16}$ — $\frac{1}{18}$  des Körpergewichts = 7 % des Körpergewichts
- bei 7—14jähr. Knaben  $\frac{1}{16}$ — $\frac{1}{18}$  des Körpergewichts = 8 % des Körpergewichts
- bei 7—14jähr. Mädchen  $\frac{1}{11}$ — $\frac{1}{16}$  des Körpergewichts = 7 % des Körpergewichts.

Einzelne Kleidungsstücke wiegen: Knabenhemd 100 g, Knabenhemd plus Strümpfe 300 g, Rock und Hemd eines Mädchens 500 g, Schuhwerk von 6jährigen Kindern 600 g, Halbschuhe älterer Kinder 350 g, Stiefel älterer Kinder 700 g. Diese Zahlen sind natürlich nur bei Durchschnittsrechnungen gültig.

Bei Wägungen jeder Art ist genau auf die näheren Umstände (Tageszeit, Nahrungsaufnahme, Darmentleerung usw.) Rücksicht zu nehmen. Infolge der Gewichtssteigerung innerhalb eines Tages dürfen wohl bei wiederholten Wägungen einzelner als auch bei Massenvergleichen nur Gewichte gleicher Tageszeit verwendet werden. Frühmorgengewicht, Nüchterngewicht dürfen nie mit Gewichten, die nach einer größeren Mahlzeit festgestellt wurden, verglichen werden. OEDER verwendet zur Berechnung des Index ponderis das höchste Tageskörpergewicht, d. h. das Höchstfüllungsgewicht nach der letzten Hauptmahlzeit gewonnen. Man wäge immer unter gleichen Bedingungen. Gleiche Körpergewichte können sehr ungleichartig sein, da die einzelnen Bestandteile, die das Körpergewicht bedingen (Knochengerüst, Körperfett, Muskulatur, Füllungszustand der Hohlräume) sowohl bei verschiedenen Menschen als auch zeitlich beim einzelnen Individuum erheblich schwanken.

Bei Wägungen neugeborener ausgetragener Kinder ist neben dem Geschlecht stets zu berücksichtigen, ob das Kind erstgeboren ist oder aus welcher späteren (zweiten, dritten, vierten usw.) Geburt es hervorging. Brauchbare Durchschnittsgewichte können nur unter Berücksichtigung dieser Daten und aus großem Material (2000—3000 Wägungen) gewonnen werden (HELBURG). Zu vergleichen sind nur Durchschnittsgewichte von Individuen gleicher Ernährungsstufe (OEDER).

Eine Berechnung des Gewichtes aus dem Perimeter des ganzen Körpers (gewonnen durch Addition mehrerer Umfänge) für Erwachsene hat KUPIRIANOW (1891) angegeben.

71 (1). **Körpervolumen, spezifisches Körpergewicht.** Eine hinreichend genaue Bestimmung des spezifischen Gewichts am Lebenden erfordert eine kompliziertere Apparatur und Meßmethodik. Sie wurde zuletzt von STADLER ausgearbeitet.

#### a) Der Meßapparat (Abb. 183)

Er besteht aus einem stabilen, 140 cm hohen und runden Hohlzylinder aus 1 mm starkem galvanisiertem Weißblech. Die lichte Öffnung hat einen Durchmesser von ca. 70 cm, also so weit, daß eine Versuchsperson bequem darin stehen oder sitzen kann. Der Boden des Gefäßes ist auf der Außenseite durch angelötete radial angeordnete Metallstücke verstärkt. Desgleichen erfährt der Zylindermantel auswendig durch mehrere flache Metallringe im Abstand von 30 cm eine Verstärkung. Die Oberseite des Gefäßes ist unverschlossen und als weite Öffnung für den Einstieg der Versuchsperson gedacht. Aus diesem Grund wurde der obere Rand zu einem massiven, ca. 1 cm dicken Ringstück umgekrempelt. Um den Transport des leeren Apparates ohne Zubehör, der 35 kg wiegt, zu erleichtern, sind rings herum 4 feste Metallhandgriffe angebracht. Als besondere Einzelteile sind zu erwähnen: 3 kleine Ansatzröhren nach außen, ein rundes Cellophanfenster in der Gegend des Bodens und ferner 6 seitlich des Oberrandes gleichmäßig verteilte Verschlussklammern. Die beiden letztgenannten Anordnungen wurden deshalb getroffen, um den Apparat auch umgekehrt als luftdicht verschließbare Glocke und Überdruckkammer verwenden zu können. Für die Messungen mittels des Tauchbades kommen lediglich die 3 Röhrenansätze in Betracht, wovon deren zwei als Wasserzufuhr- bzw. -ablaufhahn, die dritte zum Anschluß einer kommunizierenden Röhre dient. Diese wird im oberen Drittel des Meßgefäßes befestigt (siehe Abb. 183) und besteht aus einem 7,5 mm dicken Glasröhrchen mit einem Innendurchmesser von 6 mm. Die kommunizierende Röhre liegt unmittelbar über einer Meß-Skala, die nach oben und unten verschiebbar ist. Sie besteht aus einer Messingskala von 25 cm Höhe, worauf 1000 Teilstriche in Abständen von  $\frac{1}{4}$  mm eingraviert sind. Durch spezielle Vorbehandlung der Innenwandung des kommunizierenden Röhrchens (Heißausguß mit Paraffin), die von Zeit zu Zeit im Verlauf der Messungen wiederholt wird, kann die Wirkung der Oberflächenspannung der Wassersäule im kommunizierenden Rohr weitgehend konstant gehalten werden. Es bildet sich ein ziemlich stark konvexer Meniskus, dessen Höhenlage trotz der leichten Trübung des Glasröhrchens (infolge der Präparation mit Paraffin) anhand der Skala unschwer zu bestimmen ist (siehe Abb.). Beim Ansteigen der Wassersäule im kommunizierenden Röhrchen wird eine saubere Ablesung dadurch erreicht, daß der Meniskus absichtlich in Bewegung gesetzt wird. Dies erfolgt durch Zusammendrücken eines Gummischlauch-







stückes, das zwischen Meßzylinder und kommunizierender Röhre eingeschaltet ist (siehe Abb.). Als einziger Gegenstand im Innern des Meßzylinders befindet sich eine kleine Leiter, die das Ein- und Aussteigen erleichtert. Sie ist aus Hartholz gefertigt und, um eine Quellung nach Möglichkeit zu verhindern, nach gründlicher Karbolinierung mehrmals mit Ölfarbe und schließlich mit einem wasserfesten Lack bestrichen. Die Leiter wird dermaßen montiert, daß die Quersprossen in die untere Hälfte des Gefäßes zu liegen kommen, während oben in der Region des Wasserspiegels nurmehr zwei parallele gleichmäßig dicke Längsstangen senkrecht auftreten (siehe Abb.).

#### b) Die Technik zur Bestimmung des Körpervolumens

Als Meßort kommt entweder ein geschlossener Raum oder ein Platz unter freiem Himmel in Betracht, der folgenden Anforderungen Genüge leistet:

1. Wasseranschluß und Wasserablauf.
2. Helle Beleuchtung (zur exakten Ablesung der Thermometer und der Skala).
3. Elektrischer Strom-Anschluß zur Aufheizung des kalten Röhrenwassers oder temperiertes Wasser.
4. Horizontale und massive Unterlage.
5. Genügende Bewegungsfreiheit; notwendige Ungestörtheit für die Dauer der Untersuchungen.
6. Möglichkeit, das Meßgefäß bei Arbeitsunterbruch unangetastet an Ort und Stelle stehen zu lassen oder doch wenigstens in unmittelbarer Nähe des Arbeitsplatzes versorgen zu können.

Der eigentlichen Messung gehen jeweils folgende vorbereitende Maßnahmen voraus:

1. Placierung des leeren Meßzylinders auf eine gegen Druck widerstandsfähige horizontale Unterlage, und zwar so, daß die Skala der Lichtquelle (elektrische Lampe oder Sonnenlicht) schräg zugewandt ist.
2. Vertikaleinstellung des Zylinders mittels dem Lot bzw. Horizontaleinstellung des Oberrandes anhand einer Wasserwaage und nötigenfalls entsprechende Korrektur an der Unterlage.
3. Auffüllen mit Wasser, je nach Größenkategorie der zu messenden Versuchspersonen bis 30 oder 40 cm unterhalb des Randes.
4. 6 bis 8 Stunden vor Beginn der Messungen wird ein tief hinabreichender Tauchsieder in Betrieb gesetzt. Mit Hilfe dieses elektrischen Heizkörpers wird das Leitungswasser auf durchschnittlich  $25^{\circ}\text{C}$  erhöht.
5. Von Zeit zu Zeit wird die Ablesung an der Skala bzw. die Bestimmung der verdrängten Wasservolumina durch Eintauchen bekannter Tauchkörper geprüft.

Nach Entfernung des Tauchsieders muß das Wasser gründlich gerührt werden, damit sich wärmere und kältere Wasserschichten zu einheitlich temperiertem Wasser vermischen. Erst jetzt ist der Meßapparat gebrauchsbereit.

Die eigentliche Messung beginnt:

1. Mit der Bestimmung der Wassertemperatur durch drei gleichzeitig eingetauchte Thermometer, die in verschiedene Tiefen der Wassersäule gebracht werden. Die Ablesung der beiden oberen Thermometer erfolgt bei paralleler Lage derselben zum Wasserspiegel. Ein an dem zweiten, tiefer liegenden Thermometer festmontiertes Vergrößerungsglas sorgt dafür, daß auch hier Skala und Quecksilbersäule genügend deutlich erscheinen. Das dritte Thermometer in tiefster Lage wird von außen her durch das Fenster unmittelbar über dem Grund abgelesen. Als Temperatur notiert man das Mittel aller drei Ablesungen, die in der Regel nur um Bruchteile eines Grades differieren.
2. Dann erfolgt die Ablesung des tiefsten Wasserstandes an der Skala.
3. Nach vorausgegangener gründlicher Körperreinigung und genauen Instruktionen über Verhalten beim Tauchen wird nun die Versuchsperson angehalten, in den Meßbehälter einzusteigen, wobei ihr eine aus- und die inwendig angebrachte Leiter zustatten kommen. Es ist zu bemerken, daß das Untersuchungsobjekt lediglich einen leichten Badeanzug trägt und unter Vermeidung jeglichen Spritzens (Wasserverlust) bei noch trockenem Körper langsam in das Wasser eintaucht, und zwar zunächst nur so tief, bis es sich in einer Lage befindet, in der nurmehr der Kopf über Wasser ragt. Schon jetzt kann der Messende bei einiger Übung unter grober Abschätzung voraussagen, wie weit der Meniskus der Wassersäule im kommunizierenden Gefäß bei vollständigem Untertauchen des gesamten Körpers steigen wird, da ja bereits das Gros der Körper-

masse unter Wasser liegt und das Kopfvolumen stets eine ähnliche, relativ geringe Wasserverdrängung verursacht. Praktisch ließen sich also in dieser Situation bereits Messungen des Körpervolumens (nach einem Vorschlag von ZIEGELROTH und KASTNER oder JAMIN und MÜLLER) durchführen, d. h. eine Messung des Körpervolumens unter vorläufigem Ausschluß des Kopfvolumens. Darüber hinaus kann aber die Versuchsperson auf vorherige Anweisung hin mehrmals vollends untertauchen, und zwar auf drei verschiedene Arten und jeweils nur so tief, bis das Kopfhaar (Damen tragen enganliegende Badehauben) gerade verschwunden ist. Hierbei ist es notwendig, daß sich der Proband an der Leiter festhält und rückwärts an der Gefäßwand anlehnd sich gleichsam verstrebt, um jegliches Herumschweben oder Wiederauftauchen des Körpers während dem Tauchen, hervorgerufen durch den Auftrieb, zu vermeiden. Ferner muß der Taucher natürlich in der Lage sein, mehrere Sekunden im Zustand maximaler In- bzw. Expiration unter Wasser zu verharren. Das wird meist schon nach einiger Übung erzielt. Schließlich ist darauf zu sehen, daß der Proband möglichst langsam und kontinuierlich, auf jeden Fall aber absolut „spritzerlos“ unter- und wiederauftaucht, um irgendwelchen Wasserverlust während der Messung zu verhindern und ein ruhiges Spiel der Meniskusbewegung im kommunizierenden Rohr sicherzustellen. Das Wiederauftauchen der Versuchsperson nach ein paar Sekunden erfolgt jeweils nach vollzogener Ablesung auf ein Klopfsignal an die Gefäßwand hin, das unter Wasser laut vernehmbar ist.

Die Ablesung am Wasserstandsgefäß erfolgt sowohl beim Tauchen im Zustand normaler durchschnittlicher Einatmung als auch im Zustand maximaler In- und Expiration. Es hat sich gezeigt, daß die erste Art variable Werte ergibt, je nach dem Grad der zufällig ausgeführten Einatmung. Dagegen erhält man im zweiten Fall, also für die Wasserverdrängung bei extremer Inspiration und Expiration nur konstante Werte. Dadurch entsteht eine Art Test, der geeignet ist, sich davon zu überzeugen, ob die Versuchsperson auch wirklich vollständig ein- bzw. ausgeatmet hat. Nur in diesem Falle können sich bei Wiederholungen der Tauchübung annähernd gleiche Werte ergeben. Im Gegensatz zur Messung bei normaler Atmungstiefe wird diejenige bei extremer In- und Expiration mehrmals nacheinander durchgeführt, um auf Grund einer Reihe von Einzelresultaten einen zuverlässigen Durchschnittswert zu bekommen.

Die Eintragung der Meßergebnisse geschieht auf eine kleine Tabelle, deren vier Felder sich auf die vier verschiedenen Ablesungsarten beziehen, nämlich:

Wasserstand vor dem Eintauchen	Wasserstand bei durchschnittlicher Einatmung
Wasserstand bei extremer Inspiration	Wasserstand bei extremer Expiration

oder in Zahlen ausgedrückt, in einer Schreibart, die sich aus der Ablesung an der Skala ergibt, z. B.

3, 0	17, 24
17, 38, 39, 38 $\frac{1}{2}$ , 39	17, 13 $\frac{1}{2}$ , 14, 13, 13 $\frac{1}{2}$ , 13 $\frac{1}{2}$

entspricht einer Niveauänderung von 14,98 cm oder einem Volumen von 57,623 dm<sup>3</sup> bei extremer Inspiration bzw. einer Niveauänderung von 14,29 cm oder einem Volumen von 54,988 dm<sup>3</sup> bei extremer Expiration. In obiger Tabelle bedeuten die fettgedruckten Zahlen die grobe Ablesung, den Stand der Wassersäule in cm der Skala ausgedrückt, die gewöhnlichen Zahlen dagegen die exakte Ablesung der Höhe des Meniskus, wie sie sich anhand der Vierzigstelzentimeter-Einteilung vornehmen läßt. Die fettgedruckte Zahl stellt den erhaltenen Mittelwert aus mehreren Ablesungen ein und desselben Tauchversuches dar, und zwar jeweils um  $\frac{1}{2}$  Teilstrich =  $\frac{1}{80}$  cm aufgerundet.

Die eigentlichen Ablesungen zur Bestimmung des Bruttovolumens des Körpers dauern insgesamt nur wenige Minuten, namentlich dann, wenn korrektes Tauchen des Probanden die Arbeit erleichtert. Besondere Vorbereitungsmaßnahmen und Instruktionen an die Versuchsperson aber verzögern die Abwicklung eines Gesamtversuches, so daß pro Messung eines Individuums mit 12–15 Minuten gerechnet werden muß. Unmittelbar nachdem die Versuchsperson das Tauchgefäß verlassen hat, wird wiederum die Wassertemperatur nachgeprüft, um allfällige Temperaturschwankungen im Verlaufe der Messungen registrieren zu können. Der relativ kleine menschliche Körper im Vergleich zu der großen Wassermenge vermag aber während der kurzen Zeit der eigentlichen Messung in keinem Fall eine auch nur annähernde Aufwärmung des Wassers um den Betrag zu



erzeugen, der u. U. eine Ausdehnung der Flüssigkeit oder des Gefäßes zur Folge haben könnte, was sich bei der Volumenbestimmung als Fehlresultat auswirken müßte. Die Anfangstemperatur des Wassers, die stets um 25° C gehalten wird, spielt insofern eine Rolle, als die Eichung des Tauchzylinders bei genau auf 25° temperiertem Wasser vorgenommen wird.

### e) Die Berechnung des Bruttovolumentens

Diese kann anhand der vier Wasserstandsablesungen auf einfache Art durchgeführt werden, sofern es bekannt ist, wieviel Volumen einer Niveauänderung von einem cm entspricht.

Die Eichung der Skala wird auf folgende Weise durchgeführt:

Mehrere bei 25° C geeichte Tauchkörper aus Messing sind hierzu unerlässlich. Die Volumina der meist zylinder- oder würfel-, kugel- und stabförmigen Körper schwanken von 0,50 cm<sup>3</sup> bis 3,80 dm<sup>3</sup>, wobei die kleineren Körper, namentlich diejenigen von 100 cm<sup>3</sup>, in einer Vielzahl sich im Verlaufe der Eichung sowie zur späteren Verwendung als Verifikatoren als am zweckmäßigsten erwiesen. Ferner ist die Verwendung mehrerer Serien kleinerer Tauchkörper aus demselben Material mit einem Volumen von 10 bzw. 5 cm<sup>3</sup> sowie kleinste Körper mit 1 cm<sup>3</sup> bis 0,5 cm<sup>3</sup> Volumen nützlich. An dünnen, sehr reißfesten Stahldrähten befestigt, können die Tauchkörper in beliebiger Kombination unter den Wasserspiegel gesenkt werden. Schließlich wird durch Verwendung einer feinen Pipette möglich, ein beliebig kleines Volumen Wasser von 25° C hinzuzugeben oder herauszunehmen. Als Durchschnitt einer Anzahl nach diesem Eichverfahren durchgeführter Versuche ergab sich pro Niveauänderung von ¼ mm eine Volumendifferenz von 96,19 cm<sup>3</sup> oder pro 1 mm = 384,76 cm<sup>3</sup> oder pro cm = 3848 cm<sup>3</sup>. Von Zeit zu Zeit wird der Meßapparat in der gleichen Weise nachgeprüft, um allfällige Veränderungen des Volumens pro Einheit feststellen zu können.

Die definitive Ermittlung des Bruttovolumentens des menschlichen Körpers geschieht auf Grund der notierten Ablesungswerte an der Skala und des bekannten Einheitsvolumens auf folgende Art: Man subtrahiert die Zahlen, die den Wasserstand unmittelbar vor dem Eintauchen der Versuchsperson angeben, getrennt von den 3 verschiedenen Werten der Ablesung bei durchschnittlicher, vollständiger In- bzw. Expiration. Auf diese Weise erhält man drei verschiedene Werte, die die Distanz abgeben, um welche der Meniskus beim Tauchen des Probanden in die Höhe steigt. Durch Multiplikation dieser drei verschiedenen Werte (in mm) mit dem Volumen = 384,76 cm<sup>3</sup> resultieren die drei verschiedenen Größen von Bruttovolumenta des Körpers, die prinzipiell auseinandergehalten werden müssen.

Die Dichte bzw. das spezifische Gewicht des Körpers wird nach der oben angegebenen Formel berechnet. Es ist auf  $\pm 1/100$  genau, da der größte der in Betracht kommenden Fehler (der der Massenbestimmung) etwa 1  $\frac{1}{100}$  beträgt.

Man kann auch umgekehrt das Volumen des Gesamtkörpers durch Dividieren des Gewichts durch die durchschnittliche Dichte des lebenden menschlichen Körpers ermitteln; darnach wird folgendermaßen eingeteilt (MIES):

Erwachsene	unter 1025	dick 1020	} Kinder
	1025—1045	mittel 1027	
	bis 1060	mager 1035	

Durch direkte Messung in 3 Dimensionen kann das Volumen einzelner Glieder ermittelt und verglichen werden (VIOLA, VERDUN).

71 (2). Dicke der Fettschicht neben dem Nabel. An der vorderen Bauchwand des aufrecht stehenden Probanden wird rechts oder links neben dem Nabel eine der Körperlängsachse parallel laufende Hautfalte zwischen Daumen und Zeigefinger der linken Hand genommen und gleichmäßig und kräftig von der Muskelfascie abgenommen. Mit dem Tasterzirkel mißt man die maximale Dicke der Hautfalte an der Basis, wobei die Zirkelspitzen aber nur mit leichtem Druck auf die Haut aufgesetzt werden dürfen.

Einteilung:	Mager	x—11 mm	(OEDER).
	Mittel	12—27 mm	
	Fett	28—x mm	



Das Maß gibt, wie das Gewicht, einen annähernden Eindruck vom Ernährungszustand eines Individuums. Selbstverständlich kann es prinzipiell in gleicher Weise zu Spezialuntersuchungen auch an anderen Körperstellen gemessen werden.

Die angegebene Körperstelle neben dem Nabel ist am besten zur Beurteilung des ganzen Ernährungszustandes eines Individuums geeignet. Auch zeitliche Veränderungen (Vermehrung oder Verminderung) der Fettpolsterdicke, die an den einzelnen Stellen nicht immer im gleichen Verhältnis auftreten, wobei vor allem Anlagemomente eine Rolle spielen, lassen sich in der Nabelgegend gut feststellen. Man achte darauf, die Hautfalte immer gleichmäßig und kräftig von der Muskelfascie abzuheben und halte sich genau an die Nabelhorizontale, da nach unten zu (besonders bei Mädchen im Pubertätsalter) das Fettpolster rasch an Dicke zunimmt. Kinder mit gespannter vorderer Bauchwand lasse man sich leicht vornüber beugen. Der gemessene Wert gibt natürlich das Maß für die doppelte Dicke der Haut und der doppelten Dicke des *Paniculus adiposus* wieder.

#### c) Körperproportionen und Indices.

Zum Vergleich der Körperdimensionen zweier oder mehrerer Individuen oder Gruppen können Proportionen bzw. Indices benutzt werden. Man kann eine Unzahl von Indices berechnen; doch sollte man grundsätzlich keinen neuen Index einführen, ohne gleichzeitig die Frage zu klären, wie weit mit einem solchen Index tatsächlich mehr und Brauchbareres erreicht wird als mit den schon vorhandenen und eingeführten.

Sämtliche Körpermaße können im Verhältnis zur Körpergröße (Maß 1) oder zur Rumpflänge (Länge der vorderen Rumpfwand, Maß 27) ausgedrückt werden.

Der Versuch, statt der prozentualen Werte die Körperlänge in 360 Teile zu teilen und einen sog. „somatischen Koeffizienten“ zu berechnen (CAMERANO, PARAVICINI), bedeutet nur eine Komplikation des bisherigen Verfahrens.

Die Berechnung nach der Körpergröße und der Rumpflänge erfolgt entsprechend den Formeln:

$$\text{Index} = \frac{\text{gewähltes Körpermaß} \cdot 100}{\text{Körpergröße (1)}}$$

$$\text{und Index} = \frac{\text{gewähltes Körpermaß} \cdot 100}{\text{Länge der vorderen Rumpfwand (27)}}$$

Überall, wo von einem „relativen Maß“ die Rede ist, wird darunter dieses Maß in Prozenten der Körpergröße verstanden.

Am häufigsten werden berechnet:

Länge der vorderen Rumpfwand zur Körpergröße,  
Spannweite zur Körpergröße,  
Länge des Stammes (Stammlänge) zur Körpergröße

mit folgender Einteilung:

	GIUFFRIDA-RUGGERI		BRUGSCH	
	Männlich	Weiblich	Männlich	Weiblich
Makroskel bzw. kurzstämmig	x — 51,0	x — 52,0	x — 52,5	x — 52,5
Mesatskel bzw. mittelstämmig	51,1 — 53,0	52,1 — 54,0	51,5 — 52,0	52,5 — 53,0
Brachyskel bzw. langstämmig	53,1 — x	54,1 — x	52,0 — x	53,0 — x

Die Einteilung von BRUGSCH ist dabei wie alle seine Einteilungen für deutsche Männer und Frauen aufgestellt, während es sich bei der Aufstellung von GIUFFRIDA-RUGGERI um eine allgemein-anthropologische Einteilung handelt.

Länge der ganzen oberen Extremität zur Körpergröße  
mit folgender Einteilung:

	IWANOWSKI	BRUGSCH	
		Männlich	Weiblich
Kurzarraig	$x - 42,9$	$x - 44,1$	$x - 43,6$
Mittelarmig	$43,0 - 44,9$	$44,1 - 44,6$	$43,6 - 44,1$
Langarmig	$45,0 - x$	$44,6 - x$	$41,1 - x$

Länge von Oberarm + Unterarm zur Körpergröße,  
Länge des Oberarms zur Körpergröße,  
Länge des Unterarms zur Körpergröße,  
Länge der Hand zur Körpergröße,  
Länge der ganzen unteren Extremität zur Körpergröße

mit folgender Einteilung nach BRUGSCH (BRUGSCH bezeichnet die „ganze Beinlänge“ als die Höhe der Spina iliaca anterior superior über dem Boden (13)):

	Männlich	Weiblich
Kurzbeinig	$x - 53,5$	$x - 54,0$
Mittellangbeinig	$53,5 - 54,0$	$54,0 - 54,5$
Langbeinig	$54,0 - x$	$54,5 - x$

Länge des Oberschenkels + Unterschenkels zur Körpergröße,  
Länge des Oberschenkels zur Körpergröße,  
Länge des Unterschenkels zur Körpergröße,  
Länge des Fußes zur Körpergröße,  
Breite zwischen den Akromien zur Körpergröße

mit folgender Einteilung nach BRUGSCH:

	Männlich	Weiblich
Engschultrig	$x - 22$	$x - 21,5$
Mittelschultrig	$22 - 23$	$21,5 - 22,5$
Weitschultrig	$23 - x$	$22,5 - x$

Breite zwischen den Brustwarzen zur Körpergröße,  
Breite zwischen den Darmbeinstacheln zur Körpergröße,  
Breite zwischen den Darmbeinkämmen zur Körpergröße

mit folgender Einteilung nach BRUGSCH:

	Männlich	Weiblich
Schmalbeckig	$x - 16,5$	$x - 17,5$
Mittelbeckig	$16,5 - 17,5$	$17,5 - 18,5$
Breitbeckig	$17,5 - x$	$18,5 - x$

Umfang der Brust zur Körpergröße

mit folgender Einteilung:

Engbrüstig	$x - 51$
Mittelbrüstig	$51 - 56$
Weitbrüstig	$56 - x$

## Quadratischer Umfang der Brust zur Körpergröße

mit folgender Einteilung nach KAUSE-ARNOLD:

Engbrüstig	$x - 43,4$
Normalbrüstig	$43,5 - 49,9$
Weitbrüstig	$50,0 - x$

## Diverse Umfänge der Extremitäten zur Körpergröße.

Da die Körpergröße als komplexes Maß auch die Kopfhöhe und vor allem die Länge der unteren Extremität als Komponente enthält, so empfiehlt es sich, die wichtigsten Körpermaße in ihrem Verhältnis auch zur Rumpflänge zu ermitteln. Dies ist besonders dann wichtig, wenn es sich um ein Studium der Extremitätenlängen und um die Entwicklung der einzelnen Rumpfabschnitte handelt. Es sind daher hauptsächlich zu berechnen:

Ganze Armlänge zur Länge der vorderen Rumpfwand  
 Ober- und Unterarmlänge zur Länge der vorderen Rumpfwand  
 Oberarmlänge zur Länge der vorderen Rumpfwand  
 Unterarmlänge zur Länge der vorderen Rumpfwand  
 Handlänge zur Länge der vorderen Rumpfwand  
 Ganze Beinlänge zur Länge der vorderen Rumpfwand  
 Ober- und Unterschenkelänge zur Länge der vorderen Rumpfwand  
 Oberschenkelänge zur Länge der vorderen Rumpfwand  
 Unterschenkelänge zur Länge der vorderen Rumpfwand  
 Fußlänge zur Länge der vorderen Rumpfwand  
 Breite zwischen den Akromien zur Länge der vorderen Rumpfwand  
 Breite zwischen den Darmbeinkämmen zur Länge der vorderen Rumpfwand  
 Breite zwischen den Brustwarzen zur Länge der vorderen Rumpfwand  
 Mammo-Jugularabstand zur Länge der vorderen Rumpfwand  
 Nabel-Jugularabstand zur Länge der vorderen Rumpfwand.

Ferner werden die einzelnen Abschnitte der Extremitäten im Verhältnis zur ganzen Extremitätenlänge (diese gleich 100 gesetzt) ausgedrückt, also:

Armlänge, Unterarmlänge und Handlänge je im Verhältnis zur ganzen Armlänge.

Oberschenkelänge, Unterschenkelänge und Fußhöhe je im Verhältnis zur ganzen Beinlänge.

Auch die verschiedenen Höhenmaße (Nr. 2 und ff.) können mit der Körpergröße und unter sich verglichen werden.

Außerdem sind noch folgende Indices gebräuchlich, bei denen aber im Hinblick auf die verschiedene Technik stets angegeben werden muß, aus welchen Maßen sie errechnet werden:

Extremitätenindex I (Intermembralindex):

$$= \frac{\text{Ganze Armlänge (45)} \times 100}{\text{Ganze Beinlänge (53)}}$$

Extremitätenindex II:

$$= \frac{\text{Ober- + Unterarmlänge (46)} \times 100}{\text{Ober- + Unterschenkelänge (54)}}$$

Ober-Unterarm-Index (Brachialindex, Armindex, Brachioradialindex, Interbrachialindex, Antibrachialindex):

$$= \frac{\text{Unterarmlänge (48)} \times 100}{\text{Oberarmlänge (47)}}$$



Unterarmindex:

$$= \frac{\text{Handlänge (49)} \times 100}{\text{Unterarmlänge (48)}}$$

Längen-Breiten-Index der Hand I:

$$= \frac{\text{Handbreite (52)} \times 100}{\text{Handlänge (49)}}$$

Längen-Breiten-Index der Hand II:

$$= \frac{\text{Handbreite II (52 (3))} \times 100}{\text{Handlänge (49)}}$$

Längen-Breiten-Index der Hand III:

$$= \frac{\text{Handbreite III (52 (4))} \times 100}{\text{Handlänge (49)}}$$

Handbreiten-Index A:

$$= \frac{\text{Handbreite II (52 (3))} \times 100}{\text{Handbreite I (52)}}$$

Handbreiten-Index B:

$$= \frac{\text{Handbreite III (52 (4))} \times 100}{\text{Handbreite II (52 (3))}}$$

Handbreiten-Index C:

$$= \frac{\text{Handbreite III (52 (4))} \times 100}{\text{Handbreite I (52)}}$$

## Einteilung:

Kategorie	Symbol	Grenzwerte
Längen-Breiten-Index der Hand I:		
hyperdolichocheir	hdch = 1	—40,9
dolichocheir	dch = 2	41,0—43,9
mesocheir	mch = 3	44,0—46,9
brachicheir	bch = 4	47,0—49,9
hyperbrachicheir	hbch = 5	50,0—x
Längen-Breiten-Index der Hand II:		
ultralongiman	ulm = 1	—32,9
longiman	lm = 2	33,0—36,9
medioman	mm = 3	37,0—40,9
breviman	bm = 4	41,0—44,9
ultrabreviman	ubm = 5	45,0—x
Längen-Breiten-Index der Hand III:		
hyperdolichaktin	hda = 1	—23,9
dolichaktin	da = 2	24,0—26,9
mesaktin	ma = 3	27,0—29,9
brachyaktin	ba = 4	30,0—32,9
hyperbrachyaktin	hba = 5	33,0—x
Handbreiten-Index A:		
sehr stark konvergent	sstk = 1	—78,9
stark konvergent	stk = 2	79,0—82,9
mittelkonvergent	mk = 3	83,0—86,9
schwach konvergent	schk = 4	87,0—90,9
sehr schwach konvergent	sschk = 5	91,0—94,9
parallel	p = 6	95,0—x
Handbreiten-Index B:		
hektoklin	hkl = 1	—65,9
pemptoklin	pekl = 2	66,0—68,9
tetartoklin	tekl = 3	69,0—71,9
tritoklin	trkl = 4	72,0—74,9
deuteroklin	dtkl = 5	75,0—77,9
protoklin	prkl = 6	78,0—x

Grenzwerte	Symbol	Kategorie
Handbreiten-Index C:		
ultrafortstrikt	ufst = 0	—49,9
fortstrikt	fst = 1	50,0—53,9
subfortstrikt	sfst = 2	54,0—57,9
mediostrikt	mst = 3	58,0—61,9
sublevistrikt	slst = 4	62,0—65,9
levistrikt	lst = 5	66,0—69,9
ultralevistrikt	ulst = 6	70,0—x

Armumfangindex:

$$= \frac{\text{Größter Umfang des Oberarms (65)} \times 100}{\text{Größter Umfang des Unterarms (66)}}$$

Unterarmumfangindex:

$$= \frac{\text{Kleinster Umfang des Unterarms (67)} \times 100}{\text{Größter Umfang des Unterarms (66)}}$$

Beinschenkelindex (VERDUN):

$$= \frac{\text{Beinlänge (53 (4))} \times 100}{\text{Oberschenkellänge (55)}}$$

Ober-Unterschenkel-Index (Femorotibial-Index):

$$= \frac{\text{Unterschenkellänge (56)} \times 100}{\text{Oberschenkellänge (55)}}$$

Unterschenkel-Fuß-Index:

$$= \frac{\text{Fußlänge (58)} \times 100}{\text{Unterschenkellänge (56)}}$$

Beinumfangindex:

$$= \frac{\text{Größter Umfang des Unterschenkels (69)} \times 100}{\text{Größter Umfang des Oberschenkels (68)}}$$

Unterschenkelumfangindex:

$$= \frac{\text{Kleinster Umfang des Unterschenkels (70)} \times 100}{\text{Größter Umfang des Unterschenkels (68)}}$$

Oberschenkel-Oberarm-Index (Femorohumeral-Index):

$$= \frac{\text{Oberarmlänge (47)} \times 100}{\text{Oberschenkellänge (55)}}$$

Schienbein-Speichen-Index:

$$= \frac{\text{Unterarmlänge (48)} \times 100}{\text{Unterschenkellänge (56)}}$$

Wirbelsäulen-Schwanz-Index:

$$= \frac{\text{Schwanzlänge (28 (5))} \times 100}{\text{Occipito-Schwanzwurzellänge (28 (4))}}$$

Mammillo-Akromialindex:

$$= \frac{\text{Breite zwischen den Brustwarzen (38)} \times 100}{\text{Breite zwischen den Akromien (35)}}$$

Brustbreiten-Schulter-Index:

$$= \frac{\text{Brustbreite} \times 100}{\text{Breite zwischen den Akromien (35)}}$$

Becken-Schulter-Index (VERDUN):

$$= \frac{\text{Breite zwischen den Darmbeinkämmen (41)} \times 100}{\text{Breite zwischen den Akromien (35)}}$$

Becken-Brustbreiten-Index:

$$= \frac{\text{Breite zwischen den Darmbeinkämmen (40)} \times 100}{\text{Brustbreite}}$$

Beckenbreitenindex (Cristospinal-Index):

$$= \frac{\text{Breite zwischen den vorderen Darmbeinstacheln (41)} \times 100}{\text{Breite zwischen den Darmbeinkämmen (40)}}$$

Rumpfbreitenindex (Akromiocrystal-Index):

$$= \frac{\text{Breite zwischen den Darmbeinkämmen (40)} \times 100}{\text{Breite zwischen den Akromien (35)}}$$

Breitenindex des Rumpfes:

$$a) \frac{\frac{1}{2} \text{ Breite zw. den Akromien (35)} + \frac{1}{2} \text{ Breite zw. den Darmbeinkämmen (40)}}{\text{Körpergröße (1)}}$$

$$b) \frac{\frac{1}{2} \text{ Breite zwischen den Akromien (35)} + \frac{1}{2} \text{ größte Hüftbreite (42 a)}}{\text{Körpergröße (1)}}$$

Stammbreitenindex (auch Hüft-Schulter-Index):

$$= \frac{\text{Breite zwischen den Trochanteren (42)} \times 100}{\text{Breite zwischen den Akromien (35)}}$$

Hüftbreitenindex:

$$= \frac{\text{Breite zwischen den Darmbeinkämmen (40)} \times 100}{\text{Breite zwischen den Trochanteren}}$$

Thorakalindex (Brustindex):

$$= \frac{\text{Sagittaler Durchmesser der Brust (37)} \times 100}{\text{Transversaler Durchmesser der Brust (36)}}$$

Ein aus den Maßen 36 a und 37 a gewonnener Index differiert nur unbedeutend von dem angegebenen. Der Index wird mit Rücksicht auf die menschlichen Verhältnisse auch umgekehrt berechnet, doch ist im Hinblick auf vergleichende Studien die angegebene Berechnung vorzuziehen:

Exkursionsindex des Thorax:

$$= \frac{\text{Brustumfang der Expiration (61 b)} \times 100}{\text{Brustumfang bei Inspiration (61 a)}}$$

Index der Thoraxlänge:

$$= \frac{\text{Thoraxlänge (27 (7))} \times 100}{\text{Länge der vorderen Rumpfwand (27)}}$$

Index der Thoraxbreite:

$$= \frac{\text{Transversaler Brustdurchmesser (36)} \times 100}{\text{Länge der vorderen Rumpfwand (27)}}$$

Stamm-Beinlängen-Index (Indice skelique nach MANOUVRIER):

$$= \frac{\text{Beinlänge (53 (4))} \times 100}{\text{Stammlänge (23)}}$$

Einteilung:

hyperbrachyskel	x—74,9
brachyskel	75,0—79,9
subbrachyskel	80,0—84,9
mesatiskel	85,0—89,9
submakroskel	90,0—94,9
makroskel	95,0—99,9
hypermakroskel	100,0—x

Um das Verhältnis zwischen Körpergröße und Körpergewicht zu bestimmen, sind folgende Methoden gebräuchlich:

Die einfachste ist die alte (BROCASche) Faustregel, wonach das normale Körpergewicht so viel Kilogramm betragen soll als der Mensch über 100 cm groß ist. Frauen und kleine Männer wiegen in der Regel etwas mehr, große Männer weniger.



Die Brocasche Formel gibt nur für die Körpergrößenklasse von 155—165 cm bei Männern einigermaßen brauchbare Werte. Eine genauere, aber auch umständlichere Einteilung gibt BRUGSCH:

$$\begin{aligned}\text{Normalgewicht} &= L - 100 \text{ kg bei } 155\text{—}165 \text{ cm Körperhöhe,} \\ \text{Normalgewicht} &= L - 105 \text{ kg bei } 165\text{—}174 \text{ cm Körperhöhe,} \\ \text{Normalgewicht} &= L - 110 \text{ kg bei } 175\text{—}185 \text{ cm Körperhöhe.}\end{aligned}$$

Unabhängig von den absoluten Maßen der Körpergröße und des Körpergewichts macht eine Verhältniszahl zwischen Körpergröße (in cm) und Körpergewicht (in kg), die insbesondere die Querschnittsentwicklung des Organismus beleuchtet. Man berechnet sie gebräuchlicherweise auf dreifache Weise:

$$\text{Zentimetergewicht (QUETELET-BOUCHARD)} = \text{Körpergewicht} \times 10 : \text{Körpergröße.}$$

$$\text{Körperbauindex (QUETELET, KAUP, GOULD)} = \text{Körpergewicht} \times 1000 : \text{Körpergröße}^2, \text{ und}$$

$$\text{Index der Körperfülle (ROHRER, BUFFON, BARDEEN)} = \text{Körpergewicht} \times 100\,000 : \text{Körpergröße}^3.$$

$$\text{Der sogenannte Index ponderis (LIVI)} = \frac{1000 \sqrt[3]{\text{Gewicht (71)}}}{\text{Körpergröße (1)}}$$

ist nichts anderes als der ROHRER-Index, nur auf andere Weise ausgedrückt.

Die Wertigkeit der verschiedenen Verhältniszahlen, zu denen noch einige andere Konstitutionsindices kommen, war Gegenstand zahlreicher Diskussionen. MARTIN (1925) sagt, der ROHRER-Index lasse „den Unterschied in der Entwicklung der Körperfülle am besten hervortreten. Der Index gibt einen genauen zahlenmäßigen Ausdruck für die Massenentwicklung des Körpers im Verhältnis zu seiner Längenausdehnung, der am besten auch dem allgemeinen Eindruck entspricht. Er sinkt daher von der frühesten Kindheit mit leichten Schwankungen bis zum Erwachsenen“. HAUCHMANN (1929) gibt demgegenüber (nach JARCHO) folgende Aufstellung über die Körpergrößenabhängigkeit der verschiedenen Konstitutionsindices:

	Korrelationskoeffizient zw. Index u. Körperlänge
Zentimetergewicht ( $\frac{P}{L}$ )	+ 0,43
Index der Körperfülle ( $\frac{P}{L^3}$ )	+ 0,25
Relativer Brustumfang ( $\frac{T}{L}$ )	+ 0,23
Konstitutionsindex $L - (P + T)$	+ 0,10
Körperbauindex ( $\frac{P}{L^2}$ )	+ 0,02

Danach wäre der Körperbau-Index der brauchbarste Index, weil er die schwächste Korrelation zur Körpergröße zeigt, von dieser also am unabhängigsten ist. Im ROHRER-Index kommt tatsächlich durch die Erhebung der Körpergröße in die 3. Potenz die Körpergröße zu stark zum Ausdruck, so daß für manche Fragen ein falsches Bild entsteht. Neben dem Körperbau-Index wäre der PIGNET-Index (Konstitutions-Index) der brauchbarste, den wegen seiner Berücksichtigung auch des Brustumfangs BRUGSCH als den wertvollsten Konstitutionsindex bezeichnet.

Nach den verschiedenen Indices ordnen sich die einzelnen Individuen nicht immer ganz gleich ein, was in der verschiedenen Rechenweise bei den angeführten Indices seinen Grund hat. Doch gehen im ganzen die Befunde derart parallel, daß ein durchschnittlicher Vergleich und in den meisten Fällen ein solcher auch im einzelnen doch möglich ist. Dazu dient für die Verhältnisse beim Erwachsenen folgende Aufstellung:

	Ungenügende Querschnitts- entwicklung	Biologische Vollwertigkeit	Übermäßige Querschnitts- entwicklung
Zentimetergewicht Körperbauindex Index der Körperfülle	Darunter	$\left\{ \begin{array}{l} 3,3-4,0 \\ 2,0-2,7 \\ 1,2-1,6 \end{array} \right.$	Darüber (SALLER).

Habitusbild und Ernährungszustand eines Menschen sind so komplexe Größen, daß sie niemals aus zwei Maßen endgültig erschlossen werden können. So wurde neben den einfachen Körpergrößengewichtsverhältnissen noch eine Reihe von anderen Verhältniszahlen bzw. Einteilungstafeln angegeben, von denen die folgenden erwähnt werden sollen (geordnet, soweit möglich, nach den dabei verwendeten Grundmaßen):

Relativer Brustumfang (BRUGSCH)

Männer Körpergröße	weniger als 51 %	51 %—56 %	mehr als 56 %	Frauen Körpergröße
190 cm	Engbrüstiger Hochwuchs	Mittelbrüstiger Hochwuchs	Weitbrüstiger Hochwuchs	178 cm
173 cm	Engbrüstiger Mittelwuchs	Mittelbrüstiger Mittelwuchs	Weitbrüstiger Mittelwuchs	161 cm
169 cm	Engbrüstiger Kleinwuchs	Mittelbrüstiger Kleinwuchs	Weitbrüstiger Kleinwuchs	155 cm
135 cm				123 cm

Nachdem der quadratische Brustumfangindex nach KRUSE-ARNOLD sich besser bewährt hat als der einfache relative Brustumfang, ist folgendes Schema besser als das von BRUGSCH:

Quadratischer Brustumfangindex

Männer Körpergröße	weniger als 43,4	43,5—49,9	50,0 und mehr	Frauen Körpergröße
190 cm	Engbrüstiger Hochwuchs	Mittelbrüstiger Hochwuchs	Weitbrüstiger Hochwuchs	178 cm
173 cm	Engbrüstiger Mittelwuchs	Mittelbrüstiger Mittelwuchs	Weitbrüstiger Mittelwuchs	161 cm
169 cm	Engbrüstiger Kleinwuchs	Mittelbrüstiger Kleinwuchs	Weitbrüstiger Kleinwuchs	155 cm
135 cm				123 cm

Ein Index, welcher gleichzeitig Körpergröße, Körpergewicht und Brustumfang zu einer einzigen Zahl zusammenzieht, ist der Konstitutionsindex (Robustizitätsindex) (PIGNET): Körpergröße (cm) — Brustumfang (cm) + Gewicht (kg) mit folgender Einteilung:

Unter 10	sehr kräftig	hypersthenisch	
10—15	stark	} normosthenisch	
16—20	gut		
21—25	mittel		
26—30	schwächlich		
31—35	sehr schwach	} asthenisch	
über 36	schlecht		(TSCHERNORUTZKY).

Noch besser als der einfache PIGNET-Index ist (nach HAUCHMANN) der PIGNET-VERVAEK-Index: 
$$\frac{(\text{Gewicht} + \text{Brustumfang}) \cdot 100}{\text{Körpergröße}}$$
 mit folgender Einteilung:

Hypersthenisch	x — 70,0
Breit	70,1 — 82,9
Mittel	83,0 — 93,0
Schmal	93,1 — 104,0
Asthenisch	104,1 — x

Diesen meist gebrauchten und bereits zu umfassenden Systemen ausgebauten, dabei doch relativ einfachen Konstitutionsindices gegenüber haben andere Rechenformeln für Körpergröße, Körpergewicht oder Brustumfang nur noch historische Bedeutung. Genannt seien:

ERISMANN-Index:  $\frac{1}{2}$  Körpergröße — Brustumfang;

BORNHARDT-Index:  $\text{Gewicht} - \frac{\text{Brustumfang} \times \text{Körpergröße}}{240}$

Eine Reihe von Verhältniszahlen sucht durch Einbeziehung weiterer Maße, sowohl von Breiten- als auch von Umfangmaßen, die Kennzeichnung einer Gesamtkonstitution oder auch einzelner Proportionen noch genauer zu treffen. Von solchen Indices seien noch die folgenden angeführt:

MARTINET-Index:  $\frac{\text{Körpergröße}}{\text{Brustbreite}}$ ; hier handelt es sich lediglich um eine Umkehrung der relativen Brustbreite.

Index der Skelettbreite (ROHRER):

$100 \times \frac{\text{Körpergröße} \times \text{Schulterbreite (oder Mittel aus Schulter und Beckenbreite)}}{\text{sag. Thoraxdurchmesser}}$

---

$= \frac{\text{Körpergröße}^3}{\text{Index des Ernährungszustandes}}, \text{ dazu}$   
 $\text{Index der Körperfülle}$

Index des Ernährungszustandes (ROHRER):

$100 \times \frac{\text{Körpergröße} \times \text{Schulterbreite (oder Mittel aus Schulter und Beckenbreite)}}{\text{sag. Thoraxdurchmesser}}$

---

$= \frac{\text{Index der Körperfülle}}{\text{Index der Skelettbreite}}$

GROTE-Index (nach RHODEN) (Index staturalis):

$= \frac{\text{Schulterbreite} \times \text{mittlerer Brustumfang}}{\text{Körpergröße} \times (\text{Beinlänge} - \text{Armlänge})} \times 100.$

Der Index soll bis zu einem gewissen Grad unter den verschiedenen Konstitutionsformen Leptosome und Pykniker trennen, während die Athleten hauptsächlich ins leptosome Gebiet fallen.

STRÖMGREN-Index:

$\varphi 3 = -0,040 \text{ Körpergröße} + 0,127 \text{ Brustbreite} + 0,156 \text{ Brusttiefe.}$



Nach diesem Index soll der „Pykniker“ durch Werte über  $+0,15$ , der Leptosome durch solche unter  $-0,15$  gekennzeichnet sein, von  $+0,15$  bis  $-0,15$  geht eine uncharakteristische „Grenzzone“. Die angeführte Formel gilt nur für Männer und muß für Frauen umgerechnet werden (vgl. Abb. 184). ELSSÄSSER (1950) fand jedoch diese Einteilung nicht bestätigt; er setzt die schrägen Linien im STRÖMGREN-Index um 4 Punkte ( $= 4 \text{ cm!}$ ) niedriger, d. h. 16 statt 20.

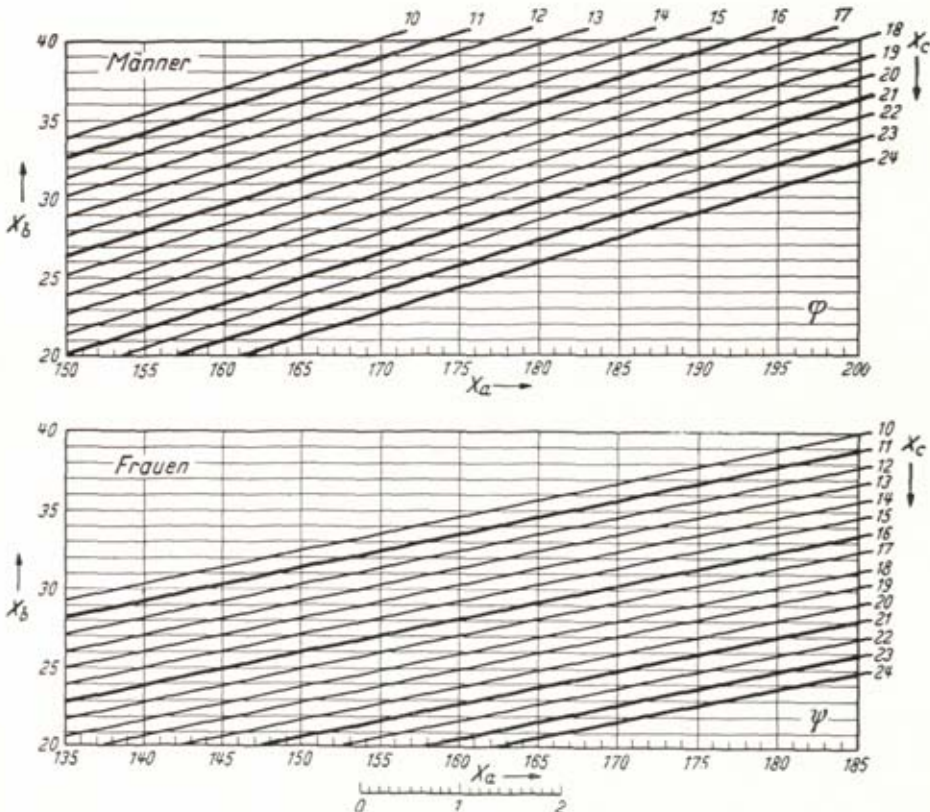


Abb. 184. Netz zum STRÖMGREN-Index.

Horizontale = Körpergröße, Vertikale = Brustbreite, Schräge = Brusttiefe.

Der STRÖMGREN-Index wurde entwickelt aus zwei komplizierteren Formeln:  $\eta_6 = -0,026 \text{ Körpergröße} + 0,122 \text{ Brustbreite} + 0,155 \text{ Brusttiefe} - 0,230 \text{ untere Radioulnarbreite} - 0,020 \text{ Beinlänge} + 0,190 \text{ Unterkieferwinkelbreite}$ , und  $\eta_4 = -0,031 \text{ Körpergröße} + 0,125 \text{ Brustbreite} + 0,161 \text{ Brusttiefe} - 0,015 \text{ untere Radioulnarbreite}$ . Dabei zeitigte die einfachere Formel praktisch dieselben Ergebnisse wie die komplizierte. Kann in dieser fortschreitenden Vereinfachung der STRÖMGREN-Index als Vorbild für andere Indexaufstellungen betrachtet werden, so ist der Zweck seiner Aufstellung doch weniger vorbildlich. STRÖMGREN will mit seinem Index feststellen, „ob ein somatoskopisch postulierter Typus auch metrisch zu erfassen ist (konfirmative Methodik)“. Eine solche konfirmative Methodik wird ergänzt durch die „explorative Methode“, die aus ungeordnetem Material Typen herausfinden soll, die dem Pykniker und Leptosomen nach KRETSCHMER „recht genau entsprechen; dies ist wahrscheinlich der erste statistische Beweis für die Realität der KRETSCHMERschen Typen“. STRÖMGREN geht somit von einer vorgefaßten Meinung (die KRETSCHMER-Typen), die er nicht weiter bewiesen hat, bei der Entwicklung seiner Indexformeln aus und sucht dann die vorgefaßte Meinung erst durch die Indices statistisch zu beweisen. Tatsächlich geht dieses Verfahren am Kern der Fragestellung vorbei, nämlich an dem Problem, ob es sich bei den Typen wirklich um echte Typen im statistischen oder biologischen Sinn handelt. Diese Frage wird auch durch den STRÖMGREN-Index in keiner Weise entschieden.

Korrelationsgewicht (TRÄBERT):

$$P = 0,125 \frac{L \times B}{45 - A} \text{ (kg)} \quad \text{oder} \quad P = \frac{L \times B}{8 (45 - A)},$$

wobei L = Körperlänge (cm), B = fiktiver Brustumfang (2mal Brustdurchmesser + 2mal Querdurchmesser) oder behelfsmäßig: Brustumfang bei mittlerer Atemstellung (cm), A = Lebensalter in Jahren (für Erwachsene ist ♀ 17, ♂ 18 einzusetzen) und P = das Sollgewicht (kg) bedeuten.

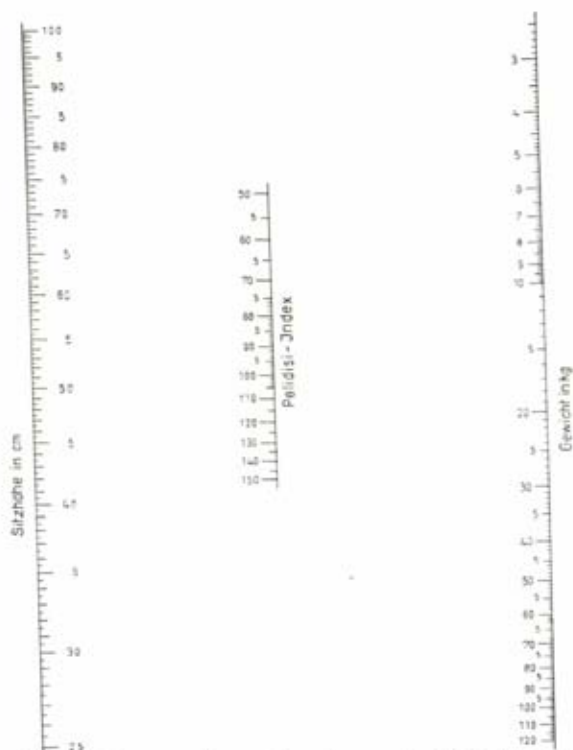


Abb. 185. Nomograph zur Berechnung des Pelidisi-Index.

Breitenindex des Brustkorbes (PLATTNER):

$$= \frac{\frac{1}{2} \text{ Schulterbreite} + \frac{1}{2} \text{ Brustbreite}}{\text{Körpergröße}} \times 100,$$

Index der Rumpffülle (PLATTNER):

$$= \frac{\text{Brustbreite} \times \text{Brusttiefe} \times \text{Rumpflänge}}{\text{Körpergröße}^3} \times 1000,$$

Index B (WESTPHAL, aus der KRETSCHMER-Schule):

$$= \frac{\text{Schulterbreite} \times \text{Rumpffülle}}{\text{Körpergröße} \times 100}, \text{ dabei}$$

Rumpffülle

$$= \frac{\text{Brustbreite} \times \text{Brusttiefe} \times \text{vordere Rumpflänge}}{1000}$$

FLORSCHÜTZ-Index:

$$= \frac{\text{Körpergröße}}{2 \times \text{Brustumfang} - \text{Körpergröße}}$$

Index PIGNET-PLATTNER:

Körpergröße — (Brustumfang + Brusttiefe + Rumpflänge)

Formindex (GÜNTHER):  $100 \pi \frac{B}{O} \cdot \frac{R}{L}$ ; dabei bedeuten O = Oberlänge, als arithmetisches Mittel aus Stammlänge und Scheitel-Symphysionabstand, B = Brustumfang, R = Rumpflänge und L = Körpergröße, weiter  $\frac{B}{O}$  = Brustindex und  $\frac{R}{L}$  = relative Rumpflänge.

Für den Index wird folgende Einteilung gegeben:

Hyperstenosomie	unter 88	} Leptotypus
Stenosomie	88,1—96	
Mesosomie	96,1—104	} Normwert (unabhängig vom Alter)
Plethosomie	104,1—112	
Hyperplethosomie	112,1 und mehr	} Eurytypus

Mit dem Körpergewicht arbeiten außer dem bereits angeführten Index des Ernährungszustandes (ROHBER) der

Gelidusi (Gewicht linear durch Sitzhöhe) (PIRQUET):

$$= \frac{\text{Gewicht} \times 10}{\text{Sitzhöhe}} \quad \text{und}$$

Pelidisi (pondus decies lineare divisio sedentis altitudo) (PIRQUET):

$$= \frac{\sqrt{10 \times \text{Gewicht}}}{\text{Stammlänge}} \quad (\text{zur Berechnung Abb. 185}).$$

Ursprünglich für Kinder aufgestellt, wurden diese PIRQUETSchen Indices dann auch für Erwachsene verwendet.

Mit dem Brustumfang arbeiten außer dem Formindex auch der

GODIN-Index:

$$= \frac{(\text{Halsumfang} : 2) + \text{Brustumfang}}{\text{Armlänge}}$$

Dieser Index könnte durch seine Einbeziehung des Halsumfangs bei kropfigen Konstitutionen eine gewisse Bedeutung besitzen.

Brustschulter-Index (sog. KRETSCHMER-Index):

$$= \frac{\text{Schulterbreite} \times 100}{\text{mittlerer Brustumfang}}$$

Dieser Index soll nach ENKE bei Leptosomen (KRETSCHMER-Einteilung) 42,5—49,5 betragen, bei Athleten weniger als 42,4 und bei Pyknikern weniger als 40,4.

Brustumfang-Symphysenindex (PLATTNER):

$$= \frac{\text{Symphysenhöhe über dem Boden} \times 100}{\text{Brustumfang}}$$

Körperbauindex Rheinau A (K. R. A.) (PLATTNER):

$$= \frac{\text{Symphysenhöhe} \times 100}{\text{Brustumfang} \times \text{Rumpflänge}} \times 100 \quad (\text{RHODEN-Index}).$$

Der Grenzwert zwischen Leptosom und EurySom soll für diesen Index bei 190 liegen.

ANDREW-Index:

$$= \frac{100 (\text{Brustumfang} + \text{Bauchumfang}) - (\text{Rumpflänge} + \text{Beinlänge})}{\text{Brustbreite} \times \text{Brusttiefe}}$$

Index D (KÜHNEL, aus der KRETSCHMER-Schule):

$$= \frac{\text{Schulterbreite} \times \text{Handumfang} \times \text{Armlänge} \times \text{Beinlänge}}{\text{Brustumfang} \times \text{Bauchumfang} \times 10}$$



## LENSHOFF - Index:

$$= \frac{\text{Länge der vorderen Rumpfwand} \times 100}{\text{Bauchumfang}}$$

WERTHEIMER - Index:  $\frac{\text{Beinlänge} \times 10}{\text{Rumpffülle}}$ . Die Formel zur Berechnung der Rumpffülle ist bereits beim Index B angegeben.

Die Einteilung danach ist Euryсом  $x - 299$ , Leptosom  $300 - x$ , während Athleten nach dem Index nicht diagnostiziert werden können.

Die Indices nach PENDE mit der Formel  $= \frac{\text{Trochanterbreite} \times 100}{\text{Schulterbreite}}$  und  $\frac{\text{Rumpflänge (cuisse)} \times 100}{\text{Beinlänge}}$  sollen besonders zur Kennzeichnung der Geschlechtsunterschiede dienen.

$$\text{WIGERT - Index } S_1: = \frac{\text{Brustbreite} + \text{Brusttiefe} + \text{Schulterbreite}}{\text{Sternalhöhe}} \times 100,$$

$$S_2: = \frac{\text{Brustbreite} \times \text{Brusttiefe}}{\text{Beinlänge}} \times 1000,$$

$$\text{besser } S_2 \text{ mod.} = \frac{\text{Brustbreite} \times \text{Brusttiefe}}{\text{Beinlänge}^2} \times 10.$$

Werte unter 140 werden für diesen Index als „leptothorakal“, solche über 140 als „pyknothorakal“ bezeichnet (bei Männern). Doch haben Nachprüfungen (PLATTNER, SCHMIDT) diese Grenzsetzung modifiziert (bei PLATTNER 1934).

## Modifizierter WERTHEIMER-Index:

$$= \frac{\text{Beinlänge}}{\text{Brustbreite} \times \text{Brusttiefe} \times \text{Rumpflänge}}$$

WIGERT hat auch mit dem Index  $= \frac{\text{Schulterbreite} \times 100}{\text{Brustbreite} \times \text{Brusttiefe}}$  gearbeitet, der ähnliche Ergebnisse wie der relative Brustumfang und der Brustschulter-Index zeitigt.

WIGERT-Index  $S_3$ :

$$= \frac{\text{Beinlänge}}{\text{Brustbreite} \times \text{Brusttiefe}} \times 100.$$

Weitere gelegentlich verwendete Indices sind:

$$\frac{\text{Beinlänge}}{\text{vordere Rumpflänge}} \times 100,$$

$$\frac{\text{Beinlänge}}{\text{Beckenbreite} - \text{Trochanterbreite}} \times 100,$$

$$\frac{\text{Beinlänge}}{\text{Schulterbreite}} \times 10,$$

$$\frac{\text{Schulterbreite}}{\text{Beckenbreite} + \text{Trochanterbreite}} \times 10.$$

## Körperbauindex Rheinau B (K. R. B.) (PLATTNER):

$$= \frac{\text{Schulterbreite} \times \text{Brustbreite}}{\text{Symphysenhöhe}}$$

Ein Index unter 120 wird als „leptotyp“, darüber als nicht typisch, sondern nur als athletotrop oder pyknotrop bezeichnet.

## Weitere PLATTNER-Indices:

$$\frac{\text{Brustumfang} \times 100}{\text{Symphysenhöhe}}$$

$$\frac{(\text{Schulterbreite} - \text{Beckenbreite})^2}{\text{Brusttiefe}}$$

$$\frac{\text{Schulterbreite}}{\frac{\text{Beckenbreite} \times 100}{\text{Schulterbreite} \times 100}} \\ \text{Brustumfang}$$

Index A (WESTPHAL, aus der KRETSCHMER-Schule):

$$= \frac{\text{Kopfhöhe} \times \text{Handumfang} \times \text{Schulterbreite} \times \text{Brustbreite}}{10\,000}$$

Index C (WESTPHAL und STRAUSS, aus der KRETSCHMER-Schule):

$$= \frac{\text{Brustbreite} \times \text{Brusttiefe} \times \text{Schulterbreite}}{(\text{Darmbeinkammbreite} + \text{Trochanterbreite}) \times 10}$$

WERTHEIMER-HESKETH-Index (Brustvolumen-Beinlängenindex):

$$= \frac{(\text{Beinlänge} \times 10)^5}{\text{Transv. Brustdurchmesser} \times \text{sag. Brustdurchmesser} \times \text{Rumpflänge}} \\ \text{mit folgender Modifikation nach WESTPHAL und STRAUSS Index B} = \\ = \frac{(\text{Beinlänge} \times 10)^4}{\text{Brustbreite} \times \text{Brusttiefe} \times \text{vordere Rumpflänge} \times \text{Schulterbreite}}$$

Nach WESTPHAL und STRAUSS trennen der Brustschulterindex, der WERTHEIMER-HESKETHsche und der ANDREWSche Index die pyknischen von den anderen Konstitutions-typen klar ab. Die Indices A, B und C nach WESTPHAL sollen eine Differentialdiagnose zwischen Athletischen und Leptosomen ermöglichen.

Handindex (als Konstitutionsindex) (KÜHNEL):

$$= \frac{\text{Unterarmlänge} \times \text{Handlänge} \times 100}{\text{Vorderarmumfang} \times \text{Handumfang}}$$

ELSÄSSER-Index: Schulterbreite + Handumfang in Beziehung zur Körpergröße (tabellarisch bei ELSÄSSER festgelegt); Handumfang mit gestreckten Fingern über dem Metacarpale rad. ulnare gemessen.

Dem Bestreben, für die Konstitutionslehre bestimmte Typen (leptosom, pyknisch, athletisch) eindeutig zu trennen, dienen weiter bestimmte „Indexkombinationen“ (sog. Indexspektrum), die von vornherein sehr kompliziert sein müssen, da sich diese Typen eben nicht exakt voneinander scheiden lassen. So berechnet PLATTNER eine Rheinauer Indexkombination aus folgenden Indices: 1. Index der Rumpffülle, 2. Breitenindex des Brustkorbes, 3. Brustumfang-Symphysenhöhenindex, 4. Brustumfang-Schulterbreitenindex, 5. Schulter-Beckenbreitenindex, 6. Becken-Brustbreitenindex, 7. Körperbauindex Rheinau B. Auf dieser Grundlage ist es dann möglich, „aus der Summe der habitus-positiven (leptopositiv, athletopositiv, pyknopositiv) und habitusnegativen (leptonegativ, athletonegativ, pyknonegativ) Faktoren jedes Einzelfalles seine Stellung zum leptosomen, athletischen und pyknischen Konstitutionskreis zahlenmäßig zu erfassen und seine Körperbaudiagnose im Indexspektrum objektiv festzulegen“. Das Verfahren ist ein Muster dafür, wie Individuen nach Typenvorstellungen zurechtgeschnitten werden, anstatt daß man Typen aus Individuen ableitet.

Auch eine „mehrdimensionale“ Typendarstellung (A. SRÖM) ist versucht worden (CATSCH), wobei für das Einzelindividuum gleichzeitig 3 Indices

$$(a_1 = \frac{\text{Brustumfang} \times 100}{\text{Symphysenhöhe}}, a_2 = \frac{\text{Schulterbreite} \times 100}{\text{Brustumfang}}, a_3 = \frac{\text{Beckenbreite} \times 100}{\text{Schulterbreite}})$$

in ein Dreieckskoordinatensystem eingetragen werden. Der Versuch hatte vor allem das Ergebnis, daß sich zu den Leptosomen und Pyknikern noch eine speziell charakterisierte mesosome (früher als euryosome bezeichnet) Gruppe gesellte, während sich die Athleten nicht einordnen ließen und als einen Typus darstellten, der sich auf die anderen Körperbauformen „aufpfropfen“ kann. Auch dieses Verfahren zeigt also die völlige Ungleichwertigkeit und Unsicherheit der bearbeiteten KRETSCHMERschen Typen.

Volumen-Indices (VERDUN):

Bauch-Körperindex:

$$= \frac{\text{Volumen des Bauches} \times 100}{\text{Volumen des Gesamtkörpers}}$$

**Brust-Körperindex:**

$$= \frac{\text{Volumen der Brust} \times 100}{\text{Volumen des Gesamtkörpers}}$$

**Schädel-Körperindex:**

$$= \frac{\text{Volumen des Schädels} \times 100}{\text{Volumen des Gesamtkörpers}}$$

**Glieder-Körperindex:**

$$= \frac{\text{Volumen des Halses und der Glieder} \times 100}{\text{Volumen des Gesamtkörpers}}$$

**Unterkiefer-Kopfindex:**

$$= \frac{\text{Volumen des Unterkiefers} \times 100}{\text{Volumen des Gesamtkörpers}}$$

**Oberkiefer-Kopfindex:**

$$= \frac{\text{Volumen des Oberkiefers} \times 100}{\text{Volumen des Gesamtkörpers}}$$

**Fußindex:**

$$= \frac{(\text{Länge des Fußes} \times \text{Länge des Beines}) \times 100}{(\text{Umfang des Mittelfußes} \times \text{Umfang der Wade})}$$

Er wird von VERDUN und DE TAILLE als ein „neuer anthropometrischer Index der Konstitution“ bezeichnet und folgendermaßen bestimmt: Gemessene Länge des Fußes in Ruhe an der liegenden Untersuchungsperson, die des Beines an der Außenseite.

Um den Umfang des Beines zu bestimmen, sollen die Beine der sitzenden Person in Ruhe am Rande des anthropometrischen Tisches hängen. Er ist an der größten Anschwellung der Wade, horizontal, zu messen. Der Umfang des Mittelfußes soll auch waagrecht über dem hinteren Epicondylus des 5. Mittelfußknochens gemessen werden.

Zuletzt ist eine „Somawurzelanalyse“ des Körpers und seiner Teile entwickelt worden (K. L. SCHMITZ).

Das Verfahren arbeitet mit komplizierten Berechnungen und ist bisher lediglich von seinem Erfinder gehandhabt worden. Genauere Angaben dazu siehe K. L. SCHMITZ, 1950: Die konstitutionsbiometrische Körperbauanalyse (Typenberechnung). Maschinschriftabzug Düsseldorf.

**b) Kephalometrie\*)****a) Längenmaße (Nr. 1 und 2)**

Zur Ausführung sämtlicher Kopfmessungen läßt man den Probanden so auf einem Hocker oder Stuhl Platz nehmen, daß man von allen Seiten bequem an ihn herantreten kann.

1. **Größte Kopflänge** (diamètre antéro-postérieur maximum ou glabellair; maximum glabello-occipital length): Geradlinige Entfernung der Glabella (g) vom Opisthokranion (op), d. h. von dem am meisten hervorragenden Punkt des Hinterhauptes in der Mediansagittal-Ebene. Tasterzirkel.

Die zur Abnahme dieses und der folgenden Maße bestgeeignete Haltung des Instruments ist auf Seite 281 beschrieben worden (vgl. Abb. 134, Seite 280). Es wurde allerdings auch vorgeschlagen, den Taster nicht an den Spitzen, sondern nur an seinem Gelenkende in der Nähe des Scharniers zwischen Daumen und Zeigefinger der rechten Hand zu fassen, die Spitzen frei über den Kopf gleiten und das Gewicht des Instruments selbst in Wirkung treten zu lassen. Bei der Abnahme der größten Kopflänge wird man aber die eine Spitze des Instruments immer auf der Glabella festhalten müssen. Ein auf diese Weise festgestelltes Maß ist etwa um einen Millimeter größer, als wenn die Messung

\*) Man vergleiche zu den folgenden Anleitungen auch die kranimetrische Technik und die dort gegebenen Abbildungen.



nach der hier vorgeschriebenen Weise ausgeführt wird. Werden die Spitzen des Instrumentes unter so starkem Druck, als es das Individuum aushalten kann (Vorschrift der British Association), an die Kopfhaut angepreßt, dann wird das Maß zu klein. Eine derartige Messung ist aber nicht nur schmerzhaft, sondern auch ungenau und daher zu verwerfen. Außerdem ist zu bemerken, daß ein Vergleich der Kopfmaße mit den Schädelmaßen natürlich nur dann möglich ist, wenn nach absolut gleicher Technik gemessen und das Instrument nicht in die Kopfhaut eingepreßt wird.

Einteilung (nach LEBZELTER/SALLER):

	Männlich mm	Weiblich mm
Sehr kurz	x — 169	x — 161
Kurz	170 — 177	162 — 169
Mittel	178 — 185	170 — 176
Lang	186 — 193	177 — 184
Sehr lang	194 — x	185 — x

1c. Kopflänge vom Metopion aus (Intertuberallänge; diamètre antéro-postérieur metopique): Geradlinige Entfernung eines in der Mediansagittalebene im Niveau der Stirnhöcker gelegenen Punktes (Metopion oder Submetopion) (m) vom Opisthokranion (op). Tasterzirkel. Bei Kindern und vielen Frauen ist dieses Maß gleich oder größer als die größte Schädelgröße (Nr. 1) und besonders wichtig bei Rassen mit vorgewölbter Stirn. Der vom Submetopion ausgehende Längsdurchmesser wird von MANOUVRIER zur Berechnung der Schädelkapazität empfohlen, weil er ungefähr dem größten Längsdurchmesser des Gehirns entsprechen und durch die Entwicklung der Stirnhöhlen nicht beeinflußt werden soll.

2. Glabella-Inionlänge (diamètre antéro-postérieur iniaque): Geradlinige Entfernung der Glabella (g) vom Inion (i), d. h. der Spitze des äußeren Hinterhauptshöckers. Tasterzirkel. Ist der Höcker sehr stark ausgesprochen, so muß dies beim Maß bemerkt und berücksichtigt werden.

β) Breitenmaße (Nr. 3—14)

3. Größte Kopfbreite (diamètre transversal maximum): Geradlinige Entfernung der beiden Eurya voneinander, d. h. größte Breite senkrecht zur Mediansagittal-Ebene, wo sie sich findet. Tasterzirkel. Die Meßpunkte müssen in einer Horizontal- und Frontal-Ebene liegen.

Einteilung (nach LEBZELTER/SALLER):

	Männlich mm	Weiblich mm
Sehr schmal	x — 139	x — 134
Schmal	140 — 147	135 — 141
Mittel	148 — 155	142 — 149
Breit	156 — 163	150 — 157
Sehr breit	164 — x	158 — x

Man stellt sich mit der auf S. 281 beschriebenen und S. 280 abgebildeten Haltung des Instruments vor (oder hinter) das zu messende Individuum, so daß das Scharnier des Tasters in der Mediansagittalebene seines Kopfes zu liegen kommt, dann fährt man in Zickzacklinien (nicht in Spiralen) von vorn nach hinten und umgekehrt an der seitlichen Kopfwand so lange mit den Tasterspitzen auf und ab, bis der größte Durchmesser gefunden ist. Die Tasterspitzen dringen leicht zwischen den Haaren bis auf die Kopfhaut vor. Hierauf Kontrolle der Messung wie S. 281 beschrieben. Man hüte sich vor schiefen

Durchmessern; die Linie, welche die beiden Taster Spitzen verbindet, muß stets horizontal und senkrecht auf die Mediansagittal-Ebene gerichtet sein.

Die Höhenlage des größten Durchmessers kann zwischen den Scheitelhöckern (besonders bei Kindern) und der unteren Ohrgegend schwanken. Liegt die Ohrbreite ziemlich tief, so fällt sie mit dem sogenannten „diamètre temporale maximum“ der französischen Schule zusammen.

**4. Kleinste Stirnbreite:** Geradlinige Entfernung der beiden Fronto-temporalia (ft) voneinander. Tasterzirkel.

Nachdem man die Lage der Punkte mit den Zeigefingern festgestellt hat, setzt man die Taster Spitzen ruhig und ohne zu drücken auf diese Stellen auf. Man hüte sich, mit dem Instrument nach hinten auf den M. temporalis abzugleiten. Verschieben der Haut, Runzeln der Stirn und Zusammenbeißen der Zähne macht das Maß unsicher; es ist daher ein rasches Ablesen desselben notwendig.

**5. Breite über dem Gehörgang** (Kopfbreite über dem Tragus; diamètre bi-auriculaire; bi-auricular breadth): Geradlinige Entfernung des Tragion (t) der einen Seite vom entsprechenden Punkt der anderen Seite. Tasterzirkel.

Man setze die Zirkelspitze nur leicht auf die Tragia auf, ohne die Weichteile zusammenzupressen. Im letzteren Fall kann das Maß bis zu 10 mm zu klein ausfallen. Es ist vorteilhaft, die Punkte vorher mit dem Dermographen zu markieren, da man nicht gleichzeitig beide im Auge behalten kann.

**5 (1). Breite an den Warzenfortsätzen** (diamètre bi-mastoidien maximum): Größte seitliche Ausladung hinter dem Ohr auf dem Processus mastoideus im Niveau des Mittelpunktes des Ohrloches gemessen. Tasterzirkel.



Abb. 186. Messung der Jochbogenbreite (Maß Nr. 6).

**6. Jochbogenbreite,** oft fälschlich „Jochbreite“ genannt, Gesichtsbreite A nach VIRCHOW (largeur totale de la face ou distance bi-zygomatique; maximum interzygomatique breadth): Geradlinige Entfernung der beiden Zygia (zy), d. h. der am meisten seitlich vorstehenden Punkte der Jochbogen voneinander. Tasterzirkel (Abb. 186).

Es soll der größte Abstand der beiden Jochbogen voneinander gemessen werden, der fast immer näher dem Ohr als der Wange gelegen ist. Der Verlauf des Jochbogens ist durch Palpation leicht festzustellen. Man ermittle das Maß, indem man die beiden Taster Spitzen zwischen Daumen und Zeigefinger ca. 2 cm vor dem Tragus auf dem Jochbogen leicht in der Art vor- und rückwärts schiebt, daß der Daumen am Oberrand, der Zeigefinger am Unterrand des Jochbogens entlang streift. Dadurch

ist ein Abrutschen des Instruments von dem Knochen unmöglich. Wenn es angeht, stelle man sich etwas zwischen die Beine des zu untersuchenden Individuums, um bequem messen zu können. Man achte sorgfältig darauf, daß vor dem Ablesen des Maßes die Haut nicht verschoben wurde. Das Scharnier des Instruments muß in der Mediansagittalebene

des Kopfes gehalten werden, damit die Zirkelspitzen in ein und dieselbe Frontalebene zu liegen kommen, d. h. damit ein schiefes Maß vermieden wird.

Einteilung (nach LEHZELTER/SALLER):

	Männlich mm	Weiblich mm
Sehr schmal	x — 127	x — 120
Schmal	128 — 135	121 — 127
Mittel	136 — 143	128 — 135
Breit	144 — 151	136 — 142
Sehr breit	152 — x	143 — x

7. **Jochbeinbreite** (obere Breite des Gesichts nach VIRCHOW, obere oder malare Gesichtsbreite, Breite zwischen den Jochbeinwinkeln; largeur bi-malaire ou bi-jugale; maximum inter-malar breadth): Geradlinige Entfernung der beiden unteren Jochbeinwinkel bzw. Jochbeinhöcker voneinander. Tasterzirkel.

Das Palpieren dieser Punkte ist für den zu Untersuchenden unangenehm und schmerzhaft; die Punkte selbst sind nur approximativ festzustellen.

8. **Unterkieferwinkelbreite** (Untergesichtsbreite, untere oder mandibuläre Gesichtsbreite; largeur mandibulaire, bi-goniaque ou bi-gonial; bigonial breadth): Geradlinige Entfernung der beiden Gonia (go) voneinander. Tasterzirkel.

Die Tasterspitzen sind nicht hinten an die Unterkieferwinkel, sondern vielmehr etwas seitlich unmittelbar oberhalb des Randes aufzusetzen, damit die äußere seitliche Ausladung der Unterkieferwinkel, die sehr stark sein kann, mitgemessen wird. Das Instrument wird so gehalten, daß die Zeigefingerbeeren, auf denen die Tasterspitzen aufliegen, von hinten und unten her die Unterkieferwinkel umgreifen können.

9. **Breite zwischen den inneren Augenwinkeln** (Nasenwurzelbreite, obere Nasenbreite; largeur interoculaire, bi-coronculaire, bi-angulaire interne, bi-oculaire interne ou bi-palpébral; internal or interocular breadth): Geradlinige Entfernung der beiden inneren Augenwinkel (Entokanthia) voneinander bei offener Lidspalte. Gleitzirkel mit flachen Armen.

Man hält mit der rechten Hand den Gleitzirkel, die abgeflachten stumpfen Arme des Instruments nach oben gerichtet, so quer vor das Gesicht des zu Beobachtenden, daß die Enden der Arme bis in das Niveau der Lidspalte reichen. Um die Augenwinkel nicht direkt berühren zu müssen, stemmt man den festen Arm des Instruments gegen die linke Hand, die ihrerseits an die linke Wange des Untersuchungsobjekts angelegt wird. Dadurch ist eine ruhige Haltung des Gleitzirkels möglich. Der Blick des zu Messenden muß gegen den Beobachter gerichtet sein.

10. **Breite zwischen den äußeren Augenwinkeln** (Obergesichtsbreite nach WEISBACH; largeur bi-oculaire externe, bi-angulaire, bi-palpébral externe; external bi-ocular breadth): Geradlinige Entfernung der beiden äußeren Augenwinkel (Ektokanthia) voneinander bei offener Lidspalte. Gleitzirkel mit flachen Armen. Technik wie bei Nr. 9.

10 (1). **Breite zwischen den äußeren Augenhöhlenrändern** (diamètre orbitaire; external orbital breadth): Geradlinige Entfernung der beiden äußeren Orbitalränder im Niveau der äußeren Lidkommissur voneinander. Gleitzirkel oder Tasterzirkel. Da die Haut an diesen Stellen sehr dünn zu sein pflegt, sind die Punkte leicht festzustellen, doch ist darauf zu achten, daß sich die Haut nicht verschiebt. Das Maß entspricht ungefähr der Biorbitalbreite am Schädel.

10 (2). **Orbito-nasale Breite** (Bi-orbito-nasal Arc): Breite zwischen den beiden äußeren Augenhöhlenrändern (gleiche Punkte wie in 10 (1)), mit dem Bandmaß über



die tiefste Stelle der Nasenwurzel, d. h. des Nasensattels gemessen. Das Maß entspricht ungefähr der Nasomalarbreite am Schädel.

10 (3). **Orbitalhöhe**: Knöcherner Ober- und Unterrand der Augenhöhle wird durch die Haut hindurch abgetastet und dann mit den stumpfen Armen des Gleitzirkels der Abstand zwischen oberem und unterem Orbitalrand bestimmt indem man die beiden stumpfen Arme an diese Ränder heranschiebt. Um ein Zurückschrecken des zu Messenden zu verhindern, lege man dabei am besten den einen Arm, mit dem man das obere Ende des Gleitzirkels festhält, über den Kopf des Probanden nach vorn, so daß durch diese Armhaltung der Kopf festgehalten wird. Bei einiger Übung ist das Maß völlig schmerzlos zu nehmen.

11. **Breite der Augenlidspalte** (Länge; *longeur palpébrale ou de l'œil*): Gewonnen durch Abzug des Maßes 9 vom Maß 10. Bei etwas schräg gestellter Augenlidspalte wird das Maß allerdings etwas zu klein, doch ist die Differenz unbedeutend.

11a. **Direktes Maß**: Geradlinige Entfernung des Entokanthion (en) vom Ektokanthion (ex) eines Auges. Gleitzirkel mit flachen Armen.

12. **Pupillardistanz**: Geradlinige Entfernung der beiden Pupillenniveaus voneinander. Der Blick muß in die Ferne gerichtet sein. Gleitzirkel mit flachen Armen oder Pupillometer.

13. **Breite der Nase** (Untere Nasenbreite, Nasenflügelbreite): Geradlinige Entfernung der beiden Alaria (a), d. h. der Punkte der größten seitlichen Ausladung der beiden Nasenflügel voneinander. Gleitzirkel mit flachen Armen. Technik wie bei Nr. 9, nur mit dem Unterschied, daß die Innenflächen der Zirkelarme die Nasenflügel berühren.

Man nehme das Maß bei ruhigem Atem des Probanden und ohne den geringsten Druck auf die Nasenflügel auszuüben.

13a. **Größte Breite am Hinterrand der Nasenflügel**, da, wo sie an der Wangenhaut festgewachsen sind.

Andere Nasenmaße siehe unter Nr. 21—23.

14. **Breite der Mundspalte** (Mundlänge; *longeur buccale*): Geradlinige Entfernung der beiden Cheilia (ch) voneinander. Gleitzirkel. Der Mund muß geschlossen und in Ruhelage sein.

Man kann auch die Breite von Oberlippe und Unterlippe getrennt messen.

γ) **Höhenmaße** (Nr. 15—28)

15. **Ohrhöhe des Kopfes** (Kopfhöhe, auriculare Höhe; *diamètre vertical*; *auricular height*, vertex to tragus of ear): Projektivische Entfernung des Tragion (t) vom Scheitel. Stangenzirkel mit Ohrhöhenadel.

Man zieht den oberen Arm des Stangenzirkels ungefähr auf 200 mm, den unteren dagegen nur auf 20 mm aus und befestigt die Ohrhöhenadel annähernd in der Mitte des oberen Armes. Gerade vor dem zu Messenden stehend, faßt man das Instrument am Schieber mit der rechten Hand, legt mit der linken Hand das obere Lineal möglichst horizontal auf den Scheitel senkrecht zur Ohr-Augen-Ebene auf, so daß die Ohrhöhenadel in der Richtung der Mediansagittal-Ebene vor das Gesicht zu liegen kommt. Dann schiebt man mittels des Schiebers die Spitze des unteren Lineals auf das Tragion, kontrolliert und verschiebt so lange, bis bei Berührung des Tragion auch die Ohrhöhenadel vertikal, d. h. in der Medianebene des Gesichts, steht. Eine Schwierigkeit in der Abnahme dieses Maßes beruht darin, daß man zugleich sowohl die vertikale Richtung des Stangenzirkels als auch die Lage der Schieberlinealspitze auf dem Tragion kontrollieren muß. Dies ist nur durch Hin- und Herneigen des eigenen Kopfes möglich. Erleichtert wird die Messung, wenn man das Tragion oder die ganze Ohr-Augen-Linie links vorher anzeichnet.

Die Ohrhöhe kann rechts oder links gemessen werden. Man wird meist die Messung auf der linken Kopfseite vorziehen, weil man dann das Instrument mit der rechten Hand halten kann. Man beachte aber, daß infolge der stets vorhandenen Schädelasymmetrie und des häufig verschiedenen Sitzes beider Ohrmuscheln das Maß auf beiden Kopf-

seiten nie ganz genau übereinstimmen kann. Überhaupt ist die Ohrhöhenmessung mit einer gewissen Ungenauigkeit behaftet, was im übrigen dazu geführt hat, eine Reihe von Sonderinstrumenten zu ihrer Messung anzugeben. Auf diese sei hier nur kurz verwiesen (Parallelometer nach B. K. SCHULTZ u. a., vgl. auch Maß Nr. 2 S. 324).

Die so gemessene Ohrhöhe des Lebenden entspricht in ihrem unteren Meßpunkt ziemlich genau dem Porion; denn nach WELKER (1886) liegt der knöcherne Porus acusticus externus durchschnittlich 3,3 mm höher als die äußere Gehöröffnung. Um den gleichen Betrag ist aber auch das Tragion im Mittel höher gelegen. Man hat also nur 5 mm für die Kopfschwartendicke auf dem Scheitel abzuziehen, um die Ohrhöhe des Schädels zu erhalten.

Eine Hilfsmethode zur Bestimmung der Ohrhöhe ist die Messung der Entfernung Tragion—Tragion (Maß 5) und Tragion—Bregma, daraus Berechnung der Ohrhöhe nach der Formel  $\sqrt{(t-b)^2 - \left(\frac{t-t}{2}\right)^2}$ . Tabellen zur Erleichterung dieser Rechnung hat LOEFFLER veröffentlicht (1932, G. Fischer, Jena).

15a. Projektivische Entfernung der Spitze bzw. der Mitte des Tragus vom Scheitel. Stangenzirkel.

16. Ganze Kopfhöhe. Projektivische Entfernung des Scheitels vom Gnathion.

Zur Abnahme der ganzen Kopfhöhe wie auch der folgenden Gesichtshöhe stellt man sich an die eine Seite des zu Messenden, orientiert dessen Kopf in die Ohraugenebene, was durch Aufzeichnen der Ohraugenlinie auf der entsprechenden Gesichtseite erleichtert wird, und hält den Stab des Stangenzirkels absolut vertikal. Die Lineale müssen dann je nach der gegenseitigen Lage der Meßpunkte verschoben werden. Man versuche aber das untere am Gnathion anliegende Lineal von Anfang an so lang zu stellen, daß es nicht mehr verschoben werden muß. Dadurch verkürzt man sich die Zeit der Messung. Stangenzirkel.

17. Physiognomische Gesichtshöhe (Abstand des Kinnes vom Stirnhaarrand; *longueur ou hauteur totale du visage ou de la figure*): Geradlinige Entfernung des Trichion (tr) vom Gnathion (gn). Stangen- oder Gleitzirkel (Tasterzirkel ungenauer). Die Arme des Stangenzirkels müssen gleichlang eingestellt werden.

Wenn das Trichion, besonders nach Haarausfall oder künstlicher Enthaarung, nicht genau festzustellen ist, ist es besser, auf die Abnahme dieses Maßes zu verzichten.

Zur Messung der verschiedenen Gesichtshöhen stellt man sich an die rechte Seite des zu Beobachtenden, legt die linke Hand auf dessen Kopf und setzt das zwischen Daumen und Zeigefinger gehaltene Ende des oberen Zirkelarmes auf den oberen Meßpunkt auf. Mit der rechten Hand wird dann der zuletzt herabgedrückte Schieber so weit nach oben geschoben, bis die Spitze des unteren Armes den unteren Meßpunkt berührt. Man achte beim Maß darauf, daß die Spitze des unteren Armes genau auf dem Gnathion aufruhet und nicht nach hinten geschoben wird, wodurch das Maß projektivisch würde.

Zur Bezeichnung der Maße sei noch bemerkt, daß das Gesicht physiognomisch an der Stirnhaargrenze, morphologisch aber an der Stirnnasennaht bzw. am Oberrand der Orbitae beginnt. Die Trennungslinie der französischen Schule bildet die „*ligne sus-orbitaire*“, die durch das Ophryon geht. Was darunter liegt, wird als „*face*“ bezeichnet, während Gesicht plus Stirn „*visage*“ genannt wird. Im Deutschen fehlen die entsprechenden Termini.

18. Morphologische Gesichtshöhe (Naso-mentale Gesichtshöhe, Kieferhöhe; *hauteur naso-mentonnière*; *total face length*): Geradlinige Entfernung des Nasion (n) vom Gnathion (gn). Gleitzirkel oder Stangenzirkel.

Für dieses Maß haben sich bis in die neueste Literatur hinein gewisse Differenzen ergeben dadurch, daß MARTIN (1925) die hier angegebene Technik direkter Messung zuletzt verlassen und eine projektivische Messung empfohlen hat: „Der Kopf muß wieder

genau in der Ohr-Augen-Ebene stehen und der Stab des Stangen- oder auch des Gleitzirkels vertikal gehalten werden.“ Diese Methode gibt kleinere Werte als die direkte Messung. Die direkte Messung, wie sie in erster und zweiter Auflage des Lehrbuchs empfohlen war, ist technisch und sachlich besser.

Einteilung (nach LEBZELTER/SALLER):

	Männlich mm	Weiblich mm
Sehr niedrig	x — 111	x — 102
Niedrig	112 — 117	103 — 107
Mittelhoch	118 — 123	108 — 113
Hoch	124 — 129	114 — 119
Sehr hoch	130 — x	120 — x

19. Physiognomische Obergesichtshöhe (Mittelgesichtshöhe nach VIRCHOW; diamètre nasio-buccal): Geradlinige Entfernung des Nasion (n) vom Stomion (sto). Gleitzirkel.

20. Morphologische Obergesichtshöhe (diamètre nasio-alvéolaire; upper face length): Geradlinige Entfernung des Nasion (n) vom Prosthion (pr). Gleit- oder Stangenzirkel.

Man vermeide, mit dem Instrument das Zahnfleisch zu berühren, doch muß man mit dem unteren Arm desselben unter die Oberlippe fahren und diese in die Höhe schieben. Am besten läßt man das Individuum die Zähne fletschen. Ein Reinhalten des Instruments ist absolut notwendig.

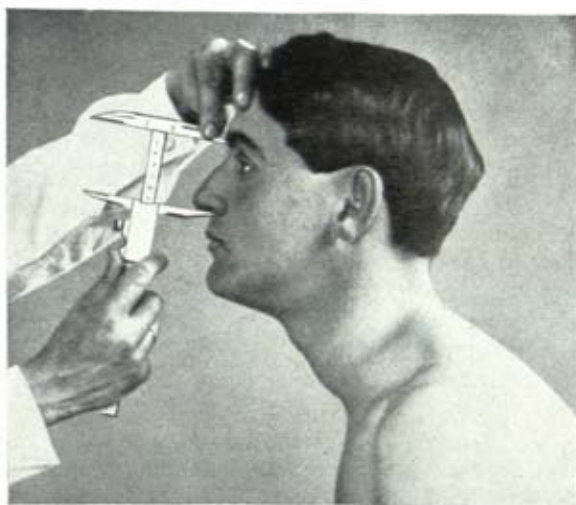


Abb. 187. Messung der Höhe der Nase (Maß Nr. 21).

21. Höhe der Nase (fälschlich Länge der Nase, Nasobasallänge; hauteur ou longueur du nez): Geradlinige Entfernung des Nasion (n) vom Subnasale (sn). Gleit- oder Stangenzirkel (Abb. 187).

Man setze den unteren Arm des Instruments nur leicht auf das Subnasale auf und halte den oberen zwischen Daumen und Zeigefinger der linken Hand auf dem Nasion fest. Der linke Arm ruht leicht auf dem Kopf des zu Messenden auf.



**22. Tiefe der Nase** (fälschlich Höhe der Nase, Nasenelevation; *saillie de la base du nez*; nasal depth): Projektivische Entfernung des Subnasale (sn) vom Pronasale (prn). Stangen- oder Gleitzirkel mit verstellbaren Armen.

Der an das Pronasale anzulegende Arm muß länger ausgezogen sein als der das Subnasale berührende. Letzterer darf nicht eingedrückt werden. Das Instrument ist bei Einstellung des Kopfes in die Ohr-Augen-Ebene möglichst parallel zu letzterer zu halten. Ein speziell zur Messung der Nasentiefe bestimmtes kleines Instrument hat BIRKNER beschrieben.

**22a. Tiefe der Nase:** Projektivische Entfernung der Spitze der Nase von dem hintersten Punkt des Ansatzes der Nasenflügel an der Wangenhaut. Gleitzirkel.

Man nimmt zu diesem Zweck den Schieber des Gleitzirkels heraus und steckt ihn umgekehrt auf das Lineal auf, so daß der Querstab desselben an das Ende des Lineals zu stehen kommt. Hält man das Instrument in der rechten Hand, so stemmt man das Ende des horizontal gehaltenen Lineals an die Ansatzstelle des linken Nasenflügels, ohne die Haut zusammenzudrücken, führt den flachen Querstab des Schiebers an die Nasenspitze an und liest das Maß am Schieberrand ab. Man hat nur darauf zu achten, daß das Lineal des Gleitzirkels in Sagittal-Ebene steht. Oder die Enden der beiden stumpfen Arme des Gleitzirkels, die zu diesem Zwecke Millimetereinteilung haben müssen, werden auf die verlangten Punkte am Ansatz der Nasenflügel aufgesetzt. Hierauf legt man quer über die Millimeterteilung der Arme ein Stäbchen oder Lineal derart, daß es die Nasenspitze berührt, und liest das Maß direkt ab.

**23. Länge der Nase** (Nasenrückenlänge; nasal length): Geradlinige Entfernung des Nasion (n) vom Pronasale (prn).

Manche Autoren messen bis zur Mitte der Nasenspitze, die meist dem Pronasale entsprechen dürfte.

**24. Stirnhöhe** (*hauteur du front ou longueur frontale*): Projektivische Entfernung des Trichion (tr) vom Nasion (n). Stangenzirkel. Kann mit dem Gleitzirkel auch direkt gemessen werden, dabei etwas größere Werte.

Das Maß kann auch durch Abzug der morphologischen Gesichtshöhe (18) von der physiognomischen Gesichtshöhe (17) gewonnen werden.

**25. Höhe der Schleimhautlippen** (*hauteur de la muqueuse bilabiale*): Geradlinige Entfernung des Labrale sup. (ls) vom Labrale inf. (li). Gleitzirkel.

Das Maß muß bei geschlossenem Mund und ruhiger Haltung genommen werden. Man lege den Gleitzirkel von der einen Seite platt auf das Gesicht auf, so daß die Arme die Punkte bzw. die Ränder der Schleimhautlippen tangieren und der Stab vertikal gerichtet ist.

**25 (1). Höhe der Schleimhaut-Oberlippe:** Geradlinige Entfernung des Labrale sup. (ls) vom Stomion (sto). Gleitzirkel.

**25 (2). Höhe der Schleimhaut-Unterlippe:** Geradlinige Entfernung des Stomion (sto) vom Labrale inf. (li). Gleitzirkel.

**26. Höhe der ganzen Oberlippe** (*hauteur de la lèvre supérieur*): Geradlinige Entfernung des Subnasale (sn) vom Stomion (sto). Gleitzirkel.

**27. Höhe der ganzen Unterlippe:** Geradlinige Entfernung des Stomion (St) von dem Kreuzungspunkt des Sulcus labio-mentalis mit der Median-sagittal-Ebene. Gleitzirkel.

Durch Abzug kann nach den Maßen Nr. 25 (1) bzw. (2) und Nr. 26 bzw. 27 die Höhe der Integumental-Ober- und -Unterlippe berechnet werden.

**28. Höhe des Untergesichts** (Abstand des Kinnes vom Mund): Projektivisches Maß, gewonnen durch Abzug der physiognomischen Obergesichtshöhe

(19) von der morphologischen Gesichtshöhe (18). Dadurch erhält man die projektivische Entfernung des Stomion vom Gnathion.

28 a. Direktes Maß: Geradlinige Entfernung des Stomion (sto) vom Gnathion (gn). Gleitzirkel.

Mißt man die direkten Entfernungen Stomion (28 a) und Nasion bis Stomion (19), so erhält man aus dem Vergleich dieser beiden Maße mit der morphologischen Gesichtshöhe (18) einen Einblick in das Vortreten des Gesichts in sagittaler Richtung.

28 (1). Abstand des Sulcus labiomentalis vom Kinn: Geradlinige Entfernung des Kreuzungspunktes des Sulcus labiomentalis mit der Mediansagittal-Ebene vom Gnathion (gn). Gleitzirkel.

28 (2). Abstand des Kinnes vom Nasenwinkel (Untergesichtshöhe nach WEISBACH; distance sous-naso-mentonnière ou longueur spinomentonnière): Geradlinige Entfernung des Subnasale (sn) vom Gnathion (gn). Gleitzirkel.

#### δ) Maße des äußeren Ohrs (Ohrmuschel) (Nr. 29—36)

29. Physiognomische Länge des Ohres (größte Länge des ganzen Ohres nach SCHWALBE): Geradlinige Entfernung des Ohrscheitels (Superaurale) (sa) von dem tiefsten Punkt des Ohrläppchens (Subaurale) (sba). Gleitzirkel. (Abb. 188.)

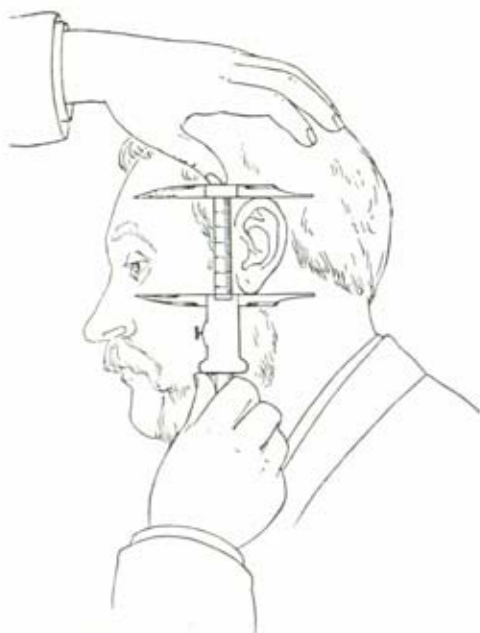


Abb. 188. Messung der physiognomischen Länge des Ohres (Maß 29).

Der Gleitzirkel wird in der Richtung der Längsachse des Ohres fest auf die Wange angelegt und die beiden abgeflachten Arme des Instruments werden bis zu leichter Berührung des Ober- bzw. Unterrandes des Ohres genähert. Man achte darauf, daß weder Helixrand noch Ohrläppchen zusammengedrückt werden. Die linke Hand lege man auf den Kopf des zu Messenden und stemme den oberen festen Arm des Gleitzirkels gegen den Daumen dieser Hand. Dadurch wird eine ruhige Haltung des Instruments ermöglicht. Je nach der Richtung der Ohrachse muß der Maßstab des Gleitzirkels verschieden geneigt werden, da er parallel mit jener laufen soll. Gemessen wird stets das linke Ohr; will man das rechte Ohr messen, so muß man den Gleitzirkel in die linke Hand nehmen.

30. Physiognomische Breite des Ohres (größte Breite des ganzen Ohres): Geradlinige Entfernung der Ohrbasis von dem am meisten ausgeladenen Punkt des Hinterrandes des Helix (Postaurale) senkrecht zur physiognomischen Länge. Gleitzirkel. (Abb. 189.)

Da dieses Maß annähernd senkrecht auf die physiognomische Länge genommen werden muß, wird auch der an der Ohrbasis gelegene Ausgangspunkt desselben, das Präaurale, durch die Haltung des Instruments bestimmt. Je nach der Stellung der Längsachse ist natürlich auch die Breitenachse mehr oder weniger geneigt. Ihre Höhenlage wird bedingt durch die Stelle der weitesten Ausladung am Hinterrand des Helix. Man lege den festen flachen Arm des Gleitzirkels, dessen Lineal horizontal über das Ohr zu liegen kommt, fest an die Ohrbasis an, halte ihn in dieser Situation mit dem Daumen der linken Hand fest, indem man die übrigen Finger dieser Hand an den Kopf anlegt, und schiebe hierauf den beweglichen Arm an den Hinterrand des Ohres an.

31. Morphologische Länge des Ohres (wahre Ohrlänge): Geradlinige Entfernung eines in der grubigen Vertiefung der Incisura auris ant. oberhalb

des Tragus gelegenen Punktes von der Spitze des DARWINSchen Höckerchens (Tuberculare) (tu). Gleitzirkel.

Dieses Maß läßt sich nur genau bestimmen, wenn die DARWINSche Spitze vorhanden ist. Der vordere Meßpunkt liegt etwas hinter dem Tragion. Es wäre empfehlenswert, den letzteren Punkt zu wählen.

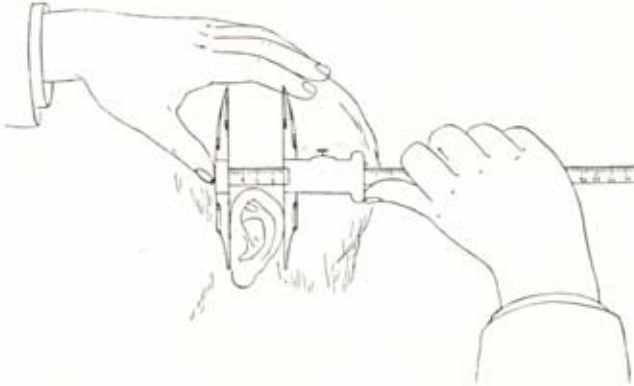


Abb. 189. Messung der physiognomischen Breite des Ohres (Maß 30).

**32. Morphologische Breite des Ohres (Länge der Ohrbasis, basale Ohrbreite):** Geradlinige Entfernung des oberen Insertionspunktes der Ohrmuschel (Otobasion sup.) (obs) vom unteren Insertionspunkt (Otobasion inf.) (obi). Gleitzirkel.

Gemessen wird also die angewachsene Strecke der Ohrmuschel.

**33. Länge des Ohrknorpels:** Geradlinige Entfernung des Supraaurale (sa) von dem tiefsten Punkt des Ohrknorpels. Gleitzirkel.

Das Ohrläppchen muß bei Abnahme dieser Messung etwas nach hinten gedrängt werden.

**33 (1). Länge des Ohres bis zur Incisura intertragica:** Geradlinige Entfernung des Ohrscheitels (Superaurale) (sa) von der tiefsten Stelle der Incisura intertragica. Gleitzirkel.

**33 (2). Länge des Ohrläppchens.** Geradlinige Entfernung der tiefsten Stelle der Incisura intertragica von dem unteren Endpunkt des Ohrläppchens (Subaurale) (sba). Gleitzirkel.

**33 (3). Entfernung des Crus anthelicis inferius vom oberen Ende des Ohres:** Geradlinige Entfernung des Crus anthelicis inf. vom Superaurale (sa). Das Maß wird in der Linie der physiognomischen Ohrlänge genommen.

**33 (4). Entfernung des Crus helcis vom oberen Ende des Ohres:** Geradlinige Entfernung des Crus helcis vom Subaurale (sba). Technik wie in Nr. 33 (3).

**34. Länge der Concha propria (Höhe):** Geradlinige Entfernung des vorderen sichtbaren Endes des Crus helcis inf. von der tiefsten Stelle der Incisura intertragica. Gleitzirkel.

Der obere Ausgangspunkt dieses Maßes ist leicht zu finden, wenn man die eine Zirkelspitze unmittelbar hinter dem hinteren freien Rand des aufsteigenden Helix senkrecht auf die tiefste Stelle des Crus anthelicis inf. aufsetzt.

**34 (1). Breite der Concha propria:** Geradlinige Entfernung des vordersten Punktes der Incisura auris ant. von dem gegenüberliegenden Rand des Anthelixstammes senkrecht zur Länge der Concha. Gleitzirkel. Der vordere Meßpunkt befindet sich unmittelbar über dem Tragus oder dem Tuberculum supratragicum (nicht gleich dem Tragion, sondern hinter diesem gelegen). Der hintere Meßpunkt bezeichnet die höchste Stelle der Wölbung des betreffenden Anthelixteiles.



35. Breite des Eingangs zur *Incisura intertragica*: Geradlinige Entfernung des unteren Höckers des Tragusvorsprungs vom Gipfel des Antitragus. Gleitzirkel.

35 a. Länge der *Incisura intertragica*: Geradlinige Entfernung der tiefsten Stelle der *Incisura intertragica* von dem Mittelpunkt einer den Tragushöcker und Antitragusgipfel verbindenden Geraden (35). Gleitzirkel.

36. Entfernung der Ohrspitze von der *Incisura intertragica*: Geradlinige Entfernung der tiefsten Stelle der *Incisura intertragica* von der Spitze des DARWINSchen Höckerchens (*Tuberculare*). Gleitzirkel.

36 (1). Entfernung der Ohrspitze von dem Anthelix: Geradlinige Entfernung des DARWINSchen Höckerchens (*Tuberculare*) von dem *Crus anthelicis* inf. oder dem Stamm der Anthelix, in der Linie der morphologischen Ohrlänge (31) gemessen. Gleitzirkel. Der vordere Meßpunkt entspricht der höchsten Stelle der Falte in der angegebenen Linie.

36 (2). Entfernung der Ohrspitze von der oberen Insertion: Geradlinige Entfernung des DARWINSchen Höckerchens (*Tuberculare*) vom Otobasion sup. (obs). Gleitzirkel.

36 (3). Entfernung der Ohrspitze von der unteren Insertion: Geradlinige Entfernung des DARWINSchen Höckerchens (*Tuberculare*) vom Otobasion inf. (obi). Gleitzirkel.

36 (4). Entfernung des Anthelix von der *Incisura auris ant.*, gewonnen durch Abzug des Maßes Nr. 36 (1) von der morphologischen Ohrlänge (31).

#### e) Ohrradien (Nr. 37—41)

Die unter Nr. 37—41 aufgezählten Radien geben die Entfernungen verschiedener in der Mediansagittal-Ebene gelegener Punkte des Kopfes von dem Mittelpunkt der Ohrachse (*Biauricularlinie*) an. Mit dem Kephalometer von ANTELME (BROCA, Instructions 1879, S. 77) kann auch die Entfernung jedes beliebigen, seitlich von der Mediansagittal-Ebene gelegenen Punktes von der Ohrachse festgestellt werden.

Gegen alle Ohrradien, die besonders in England gemessen werden, ist einzuwenden, daß der Mittelpunkt des äußeren Gehörganges einen schlechten Meßpunkt darstellt. Da der knorpelige Gehörgang beim Anlegen und Fixieren des Instruments leicht verschoben werden kann, sind die Resultate nur von geringer Genauigkeit. Außerdem ist das Einführen des Instruments in das Ohr unappetitlich und wird von den meisten als unangenehm empfunden. Vgl. dazu das auf S. 288 Gesagte.

37. Kinnradius (*Mental radius*): Projektivische Entfernung des Gnathion (gn) von der *Biauricularlinie*. Radiometer.

38. Alveolarradius (*Alveolar radius*): Projektivische Entfernung des Prosthion (pr) von der *Biauricularlinie*. Radiometer.

39. Oberer Nasalradius (*Upper nasal radius*): Projektivische Entfernung des Nasion (n) von der *Biauricularlinie*. Radiometer.

40. Stirnradius (*Frontal radius*): Projektivische Entfernung der Glabella (g) von der *Biauricularlinie*. Radiometer.

41. Hinterhauptsradius I (*Occipital radius*): Projektivische Entfernung des vorspringendsten Punktes des Hinterhauptes in der Mediansagittalebene von der *Biauricularlinie*. Radiometer.

Der Vertikalradius, der der Ohrhöhe des Kopfes entspricht, ist schon unter Nr. 15 b beschrieben worden.

## e) Winkel (Nr. 42—44)

42. **Obergesichtswinkel** (Profilwinkel), gebildet von der Ohraugen-Horizontalen und einer Nasion (n) und Prosthion (pr) verbindenden Geraden. Gleitzirkel mit Ansteckgoniometer.

Man befestigt zunächst das Ansteckgoniometer (vgl. S. 290) an dem oberen festen und spitzen Arm des Gleitzirkels und stelle den Kopf des zu Messenden möglichst genau in die Ohraugen-Ebene ein. Hierauf hält man mit der linken Hand das Ende des oberen flachen Armes des Instruments auf das Nasion, schiebt den unteren Arm auf das Prosthion und liest den Winkel direkt am Goniometer ab. Vgl. Abb. 187, S. 368.

43. **Gesichtswinkel CAMPERS** (Angle facial maximum): Winkel, gebildet von der Auriculonasal-Linie CAMPERS (Ohröffnung des Subnasale) und einer Ophryon und Subnasale verbindenden Geraden. BROCAS Goniometer facial médian, oder indirekt zu bestimmen mit der Double équerre durch Rekonstruktion des sogenannten Gesichtsdreiecks. Die letztere zeitraubende und wenig genaue Resultate liefernde Methode gestattet auch die Berechnung des sogenannten „Indice du prognathisme“ TOPINARDS. Der Winkel ist deshalb von besonderem Interesse, weil er der erste exakt bestimmte Winkel des menschlichen Gesichts, d. h. der Beginn einer Anthropometrie ist, durch CAMPER (1792). (Abb. 190.)

44. **Kieferindex** (Index gnathicus): Anstatt durch direkte Messung kann der Profilwinkel auch durch Vergleich der projektivischen Maße (Ohradien) Nr. 38 und 39 berechnet werden

$$= \frac{\text{Alveolarradius (38)} \times 100}{\text{Oberer Nasalradius (39)}}$$

Dieser Index gibt aber ungenauere Resultate als die Winkelmessung, weil dabei die Größe der Nasion-Prosthiondistanz außer Betracht gelassen ist.

44 (1). **Prognathismus-Index**. Dieser Index wird (nach MANOUVRIER) aus den direkten Maßen Tragion—Prosthion und Tragion—Metopion berechnet

$$= \frac{\text{Tragion—Prosthion} \times 100}{\text{Tragion—Metopion}}$$

Da beide Maße in gleicher Weise durch die Breitenentwicklung des Schädels beeinflusst werden, soll der Umstand, daß zwei Meßpunkte nicht in der Mediansagittalebene liegen, zu vernachlässigen sein.

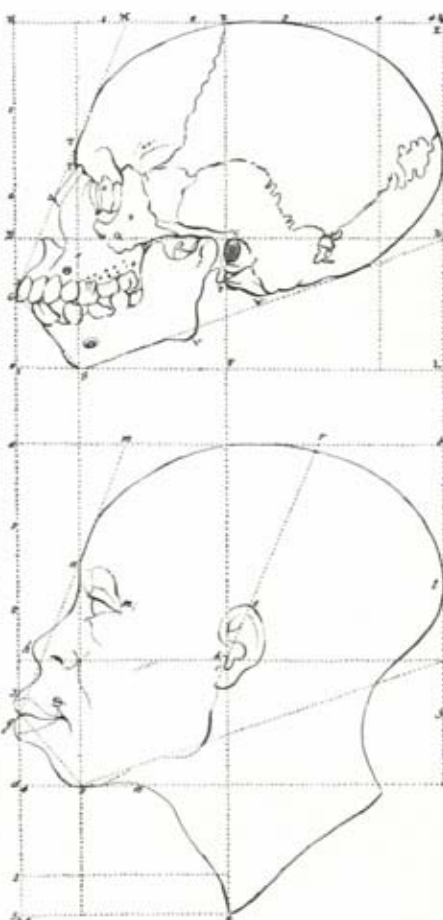


Abb. 190. Die Gesichtswinkel des PETRUS CAMPER (nach CAMPER 1792).

## η) Umfänge (Nr. 45—49)

45. **Horizontalumfang des Kopfes**: Umfang annähernd horizontal rund um den Kopf. Bandmaß.



Man hält den Nullpunkt des Bandmaßes mit der linken Hand auf der Glabella fest, führt es mit der rechten Hand über die linke Kopfseite bis zu dem vorspringenden Punkt des Hinterkopfes (Opisthokranion) und dann über die rechte Kopfseite zurück zur Stirn, wo man es ebenfalls mit der linken Hand fixiert. Dadurch wird die rechte Hand frei, die nun am Hinterhaupt kontrolliert, ob das Bandmaß wirklich über den vorspringendsten Punkt geht. Ist dies nicht der Fall, so wird das Bandmaß entsprechend verschoben und straff angezogen. Man achte darauf, daß es an beiden Seiten des Kopfes gleich hoch zu liegen kommt. Erst jetzt liest man das Maß ab. Die Haare werden mitgemessen; der Grad ihrer Fülle wird bei der Beschreibung angegeben, und dementsprechend kann das Maß korrigiert werden. Es handelt sich um ein Maximalmaß, was besonders der Anfänger beachten möge. Die größte Kopflänge ist der sagittale Durchmesser des so gemessenen Umfangs.

45 a. Horizontalumfang rund über den Kopf, jedoch über das Ophryon (statt über die Glabella). Bandmaß. Manche Autoren nehmen nicht genau das Ophryon, d. h. die Ligne sus-orbitaire, sondern führen das Bandmaß auf der Stirn über einen Punkt, der gerade oberhalb der Glabella (Supraglabellare) oder oberhalb der knöchernen Augenbrauenbogen gelegen ist.

45 (1). Umfang rund um den Kopf über die Tubera frontalia. Bandmaß.

46. Vorderer Horizontalbogen des Kopfes (Circonférence horizontale ant. de la tête nach BROCA, Ohrstirnlinie nach KIRCHHOFF): Dieser Bogen bildet das vor der Biauricularebene gelegene Teilstück des Horizontalumfangs Nr. 45 a. Das Bandmaß läuft über das Ophryon, d. h. direkt über den härenen Augenbrauen in der „Ligne sus-orbitaire“. Bandmaß.

Die Biauricularebene ist eine von der französischen Schule eingeführte Frontalebene, welche durch die Mitte der beiden Ohröffnungen gelegt wird und auf der CAMPERschen Horizontalebene (Nasentachel und beide Ohröffnungen) senkrecht stehen muß. Sie soll dabei über das Bregma laufen und den Vorderkopf vom Hinterkopf trennen. Dies ist aber weder am Schädel noch am Kopf des Lebenden genau der Fall, ganz abgesehen davon, daß die gewählte Horizontale sehr ungeeignet für die Errichtung einer Kopfvertikalen ist.

Um Maß Nr. 46 (und Nr. 47) nehmen zu können, muß man die Biauricularebene durch einen langen Faden markieren, der über die beiden Ohrmittelpunkte und das Bregma verläuft und von dem Individuum selbst an seinen Enden oberhalb der Ohren und beiden Händen festgehalten werden kann.

46 a. Vorderer Horizontalbogen vom Ohrloch der einen Seite zum entsprechenden Punkt der anderen Seite. Bandmaß.

47. Hinterer Horizontalbogen des Kopfes (Circonférence horizontale postérieure de la tête nach BROCA, Ohrhinterhauptslinie nach KIRCHHOFF) zu gewinnen durch Abzug des Maßes 46 vom Maß 45.

Will man den hinteren Horizontalbogen statt durch Abzug durch Messung gewinnen, so muß man den Nullpunkt des Bandmaßes an die Biauricularlinie (Faden) über dem rechten Ohr anlegen und über das Hinterhaupt zu dem entsprechenden Punkt der linken Kopfseite führen.

47 a. Hinterer Horizontalbogen vom äußeren Ohrloch der einen Seite zum entsprechenden Punkt der anderen Seite. Bandmaß.

48. Sagittaler Kopfbogen (fälschlich Sagittalumfang; *courbe inio-frontale ou occipito-frontale; longitudinal arc*): Vom Nasion (n) über die Median-sagittal-Ebene des Kopfes bis zum Inion (n). Bandmaß.

Man sucht zunächst durch Palpation die Lage des Inion (vgl. S. 319) und kontrolliert das schon früher bezeichnete Nasion, hierauf hält man den Nullpunkt des Bandmaßes auf dem Nasion fest, führt es in der Mediansagittal-Ebene über den Scheitel nach hinten bis zum Inion. Nachdem man sich überzeugt, daß der Nullpunkt noch der Lage des Nasion entspricht, liest man das Maß ab. Dieser sagittale Kopfbogen zerfällt nach BROCA in einen vorderen und hinteren Abschnitt. Die Trennung liegt beim Bregma, das durch den Faden der Biauricularebene markiert wird. Die vordere Kurve zerfällt weiter in eine Glabellarkurve (Nasion—Ophryon) und in eine Zerebralkurve (Ophryon—Bregma).

49. Transversaler Kopfbogen (querer oder vertikaler Kopfbogen, fälschlich Vertikalumfang; *courbe transversale bi-auriculaire, transverse arc*): Bogen von dem Tragon der einen Seite quer über den Scheitel zum entsprechenden Punkt der anderen Seite. Bandmaß.



Das Bandmaß soll möglichst in einer zur Ohräugen-Horizontalen senkrechten Frontalebene liegen. Man achte vor dem Ablesen des Maßes darauf, ob sich der Nullpunkt des Bandmaßes noch mit dem Tragon deckt.

49 a. **Transversaler Kopfbogen** von dem point-sus-auriculaire der einen Seite (oberhalb der Jochbogen, nicht von der Mitte des Gehörganges aus) über das Bregma zum entsprechenden Punkt der anderen Seite, Bandmaß. Dieser Bogen wird von BROCA als „vrai courbe transversale“ oder als „courbe sus-auriculaire“ bezeichnet und ist dem kranimetrischen Maß vergleichbar.

### 9) Schädelkapazität am Lebenden (Index cubis)

Die Schädelkapazität kann aus den Außenmaßen des Kopfes natürlich nicht so exakt berechnet werden wie aus den Schädelmaßen, weil außer der Dicke der Schädelknochen und der Form des Schädels hier auch noch die wechselnde Dicke der Kopfschwarte das Resultat beeinträchtigt. Da auch die Dicke der Schädelknochen recht erheblich schwankt, ergeben sich die genauesten Werte aus der Bestimmung der Schädelinnenraumgröße. Die Berechnung aus den Kopfmaßen kann demgegenüber nur einen Notbehelf darstellen.

Die Berechnung kann aus verschiedenen Maßen und nach verschiedenen Methoden vorgenommen werden.

a) **Methode WELCKER I:** Berechnung aus Länge (1 c), Breite (3) und Höhe (15). Die drei Kopfmaße sind zunächst nach folgender Tabelle in Schädelmaße umzuwandeln:

	bei sehr dünner Kopfhaut mm	bei mittelstarker Kopfhaut mm	bei sehr starker Kopfhaut mm
Von der Länge (Intertuberallänge) sind abzuziehen	5	10	15
Von der Breite, wenn sie nicht in das Gebiet des M. temporalis fällt, sind abzuziehen	6	10	13
Von der Breite, wenn sie in das Gebiet des M. temporalis fällt, sind abzuziehen	12	20	30
Zu der (auricularen) Kopfhöhe sind hinzuzufügen	4	6	8

In den drei ersten Fällen handelt es sich darum, die Dicke der Kopfschwarte in Abzug zu bringen; in letzterem Fall muß außerdem die auriculare Kopfhöhe in den Höhendurchmesser des Schädels umgewandelt werden. Aus den so gewonnenen Zahlen berechnet man die Länge + Breite + Höhe und sucht in der Tabelle (vgl. die kranimetrische Technik) die zu jedem Modulus gehörige Kapazitätssziffer.

b) **Methode WELCKER II:** Ermittlung der Kapazität aus dem Horizontalumfang. Der Horizontalumfang wird nach WELCKER über die Tubera frontalia gemessen Nr. 45 (1) und zunächst in den Schädelumfang zu verwandeln. Nach den Untersuchungen von BISCHOFF sind im Mittel für männliche Köpfe für die Haare 7 mm, für die Haut 14 mm abzuziehen. Es empfiehlt sich daher folgende Reduktion:

	Männlich	Weiblich
bei dünner Bedeckung	14 mm	20 mm
bei mittleren Verhältnissen	21 mm	28 mm
bei starker Bedeckung	28 mm	35 mm

Aus den so gewonnenen Schädelumfängen kann dann die Kapazität unter Berücksichtigung des Längenbreitenindex aus einer Tabelle (vgl. kranimetrische Technik) direkt abgelesen werden. Diese Methode, die die Höhenentwicklung des Kopfes außer acht läßt, ist zwar einfacher als die erstgenannte, ist aber höchstens zur Feststellung von Mittelwerten verwendbar.

d) Methode LEE-PEARSON: Berechnung aus größter Länge (1), größter Breite (3) und Ohrhöhe (15) (vgl. auch die kranimetrische Technik).

Für die beiden Geschlechter ergeben sich folgende Formeln:

Für Männer  $C = 0,000337 \text{ (Länge—11)} \times \text{(Breite—11)} \times \text{(Ohrhöhe—11)} + 406,0$ .

Für Männer  $C = 0,000400 \text{ (Länge—11)} \times \text{(Breite—11)} \times \text{(Ohrhöhe—11)} + 206,60$ .

Es müssen also auch hier zunächst von jedem Maß 11 mm abgezogen werden, um es auf das entsprechende Schädelmaß zu reduzieren. Die Ohrhöhe ist hier von der Mitte des Tragus genommen (15a). Diese Methode scheint die besten Resultate zu geben. Eine Einteilung für sie ist von SARASIN aufgestellt worden:

	Männlich ccm	Weiblich ccm
Oligencephal	$x - 1300$	$x - 1150$
Eucephal	1301 — 1450	1151 — 1300
Aristencephal	1451 — $x$	1301 — $x$

e) Methode BEDDOE: Berechnung aus Horizontalumfang, Sagittal- und Transversalbogen (vgl. die kranimetrische Technik). Man multipliziere  $\frac{1}{2}$  des sagittalen Kopfbogens (48) und  $\frac{1}{2}$  des transversalen Kopfbogens (von der Mitte des äußeren Gehörganges möglichst über das Bregma). Das Produkt wird durch 2000 geteilt; dem Quotienten wird 0,3% für jede Einheit des Längenbreitenindex unter 82 hinzuaddiert. Diese Methode gibt für den Lebenden nur ganz ungenaue Resultate, da hier die verschiedene Dichte der Behaarung und die Schwierigkeit einer genauen Bestimmung des Inion die Berechnung zu sehr beeinträchtigen.

f) Methode BECK: Berechnung der Schädelkapazität aus dem Flächeninhalt von 6 Kopfebenen.

Um diese 6 Ebenen zu bestimmen, legt man um den lebenden Kopf ein 3 cm breites Stahlringband so an, daß dessen Unterrand vorne die oberen Augenhöhlenränder und hinten das Inion berührt. Hierauf zieht man den Rändern des Stahlbandes entlang mittels des Dermographen auf der Kopfhaut eine obere und eine untere Horizontallinie. In gleicher Weise wird ein Mediansagittalbogen und senkrecht auf die Horizontalebene von Ohr- und Ohrpunkt ein Frontalbogen gezogen. Im weiteren legt man noch einen vorderen und hinteren Frontalbogen je in der Mitte zwischen Nasion bzw. Inion und Ohrfrontalbogen. Hierauf werden diese 6 Kurven mit Hilfe des Maßstabes und Bleidrahtes auf Millimeterpapier übertragen und der Inhalt der so gewonnenen Ebenen mit dem Planimeter berechnet.

Die Schädelkapazität ist dann gleich der Summe des Inhaltes dieser 6 Ebenen (in Quadratcentimeter)  $\times 1,5$  (einer empirisch gefundenen Größe). Zieht man von der gewonnenen Zahl (in Kubikcentimeter) 10% ab, so erhält man das Gehirngewicht in Grammen. Der mögliche Fehler kann bis zu 6% der berechneten Schädelkapazität betragen.

Berechnung des Gehirngewichtes aus dem Index der Kopfgröße: Länge  $\times$  Breite  $\times$  Ohrhöhe. Die vier ersten Ziffern dieses Index geben die Kubikcentimeter an, welche ein rechtwinkliger Körper der angegebenen Dimensionen enthalten würde. Nach Untersuchungen von GLADSTONE besteht nun folgendes Verhältnis zwischen dem Index der Kopfgröße und dem Gehirngewicht.

Es läßt sich also durch Division des Index der Kopfgröße durch die Verhältniszahl das Gehirngewicht des Lebenden berechnen.

Zum Abschluß sei darauf aufmerksam gemacht, daß am Röntgenbild auch die Knochenmaße (Innen- und Außenmaße) des Schädels gemessen werden können. So kann die Kephalometrie mit den Befunden der Kranimetrie in Zusammenhang gebracht werden (BERGERHOFF):

	Index der Kopfgröße	Gehirngewicht	Verhältnis
Männer von 20—46 Jahren	3876	1370	2,806
Männer über 46 Jahre	3736	1316	2,838
Frauen von 20—46 Jahren	3449	1223	2,818
Frauen über 46 Jahre	3350	1195	2,801
Männer + Frauen von 20—46 Jahren	—	—	2,812
Männer + Frauen über 46 Jahre	—	—	2,819

#### e) Indices.

Es sei hier nochmals daran erinnert, daß die Indices nichts über die Konturform des Kopfes sagen, sondern nur das Verhältnis von zwei Dimensionen ausdrücken. Die für die einzelnen Indices eingeführte Gruppenterminologie hat nur einen relativen Wert; die Indices dürfen niemals ohne einen Gesamtüberblick für die verschiedenen Gruppen ausgewertet werden. Wichtig sind vor allem die Geschlechtsverschiedenheiten auch bei den Indices, ebenso wie in den absoluten Zahlen. Nur Indices, die einige Einheiten auseinanderliegen, deuten auf eine Verschiedenheit der Kopfform hin. Man beachte auch die Genauigkeitsfehler der einzelnen Indices.

Längen-Breiten-Index des Kopfes (Indice cephalique, cephalic index):

$$= \frac{\text{Größte Kopfbreite (3)} \times 100}{\text{Größte Kopflänge (1)}}$$

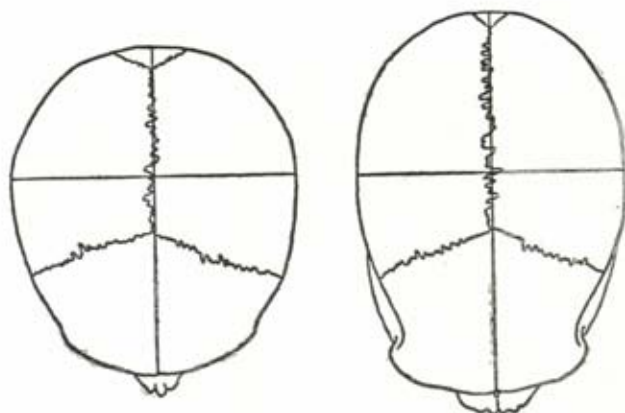


Abb. 191. Rundschädel und Langschädel im Aufriß (nach LESTER und MILLOR).



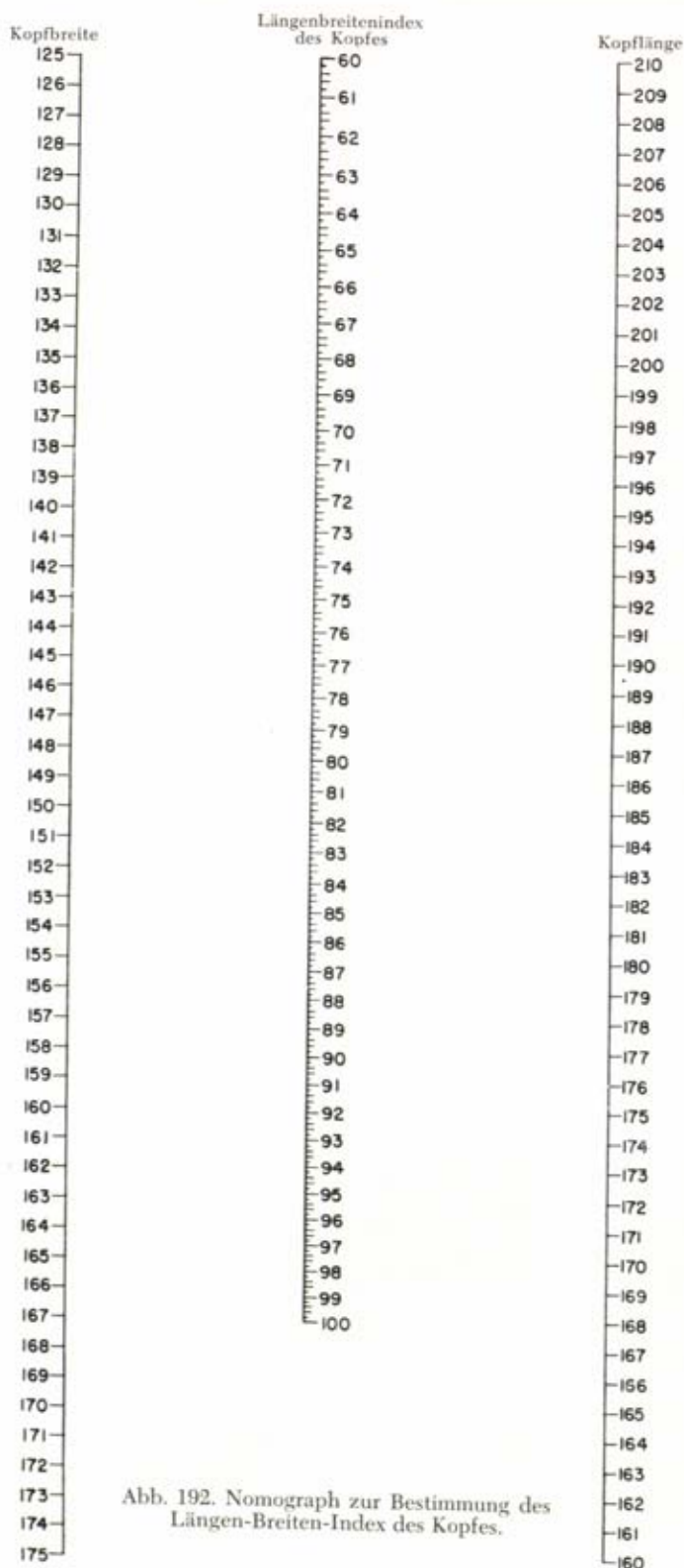


Abb. 192. Nomograph zur Bestimmung des Längen-Breiten-Index des Kopfes.

Einteilung (nach älteren Autoren, ergänzt SALLER):

	Männlich	Weiblich
Hyperdolichocephal	x — 70,9	x — 71,9
Dolichocephal	71,0 — 75,9	72,0 — 76,9
Mesocephal	76,0 — 80,9	77,0 — 81,9
Brachycephal	81,0 — 85,4	82,0 — 86,4
Hyperbrachycephal	85,5 — 90,9	86,5 — 91,9
Ultrabrachycephal	91,0 — x	92,0 — x

Köpfe mit einem höheren Index werden als iscephal bezeichnet. Die Veränderung der Einteilung des Längen-Breiten-Index des Kopfes gegenüber dem Längen-Breiten-Index des Schädels ist durch das Einbeziehen der Weichteile in die Kopfmaße begründet. Von manchen Autoren wird die Einteilung des Schädelindex fälschlich auch ohne weiteres auf den Kopf angewendet. Vgl. dazu die kraniometrische Technik. Zur Berechnung des Index bedient man sich am einfachsten des beigefügten Nomographen (Abb. 192) oder der von FÜRST angegebenen „Index-Tabellen zum anthropometrischen Gebrauch“ (1929, 2. Aufl., G. Fischer, Jena).

Ältere Einteilung: Nach BROCA wird der Kopindex durchschnittlich um zwei Einheiten höher angesetzt als der entsprechende Schädelindex also

dolichocephal	x — 77,0
sous-dolichocephal	77,01 — 79,77
mesaticephal	79,78 — 82,00
sous-brachycephal	82,01 — 85,33
brachycephal	85,34 — x

Verwendet man, wie das früher auf VIRCHOWS Rat in Deutschland vielfach geschehen ist, statt der größten Kopflänge (1) die gerade Kopflänge (1a) für die Indexberechnung, so werden die Indices um durchschnittlich 0,5 Einheiten kleiner als bei Verwendung der größten Länge.

$$G(I) = 1,2, \text{ ferner } G(I_1 - I_2) = 1,4 \times G(I) = 1,7.$$

$1,4 \times G(I)$  = Genauigkeitsfehler der absoluten Differenz zwischen zwei individuellen Werten.

Längen-Ohrhöhen-Index des Kopfes (Indice vertical ou de hauteur):

$$= \frac{\text{Ohrhöhe des Kopfes (15)} \times 100}{\text{Größte Kopflänge (1)}}$$

Einteilung (gegenüber den vorhergehenden Auflagen etwas geändert):

Chamaecephal	x — 57,9
Orthocephal	58,0 — 62,9
Hypsicephal	63,0 — x

Von vielen Autoren wird die Einteilung des Längen-Höhen-Index des Schädels auch für den Kopf verwendet, was aber ganz unzulässig ist, da beide Indices aus verschiedenen Maßen gebildet werden.

Einteilung nach IWANOWSKY:

Chamaecephal	x — 72,0
Orthocephal	72,1 — 75,0
Hypsicephal	75,1 — x

$$G(I) = 1,3; \text{ ferner } G(I_1 - I_2) = 1,4 \times G(I) = 1,8.$$

Breitenohrhöhen-Index des Kopfes (Indice vertical ou de hauteur):

$$= \frac{\text{Ohrhöhe des Kopfes (15)} \times 100}{\text{Größte Kopfbreite (3)}}$$

Einteilung:

Tapeinocephal	x—78,9
Metriocephal	79,0—84,9
Akrocephal	85,0—x

Die Bezeichnung, ob hoch oder niedrig, braucht für den Längen-Höhen- und den Breiten-Höhen-Index des Kopfes nicht gleich zu sein, denn derselbe Kopf kann im Verhältnis zur Länge niedrig, im Verhältnis zur Breite aber hoch erscheinen. Daher darf die Terminologie für den Längen-Höhen-Index nicht auf den Breiten-Höhen-Index angewandt werden.

MANOUVRIER berechnet noch einen „Index vertical mixte“, indem er das Mittel aus dem Längen-Höhen-Index und dem Breiten-Höhen-Index nimmt, um dadurch die Höhe zum Ausdruck zu bringen.

Transversaler Frontoparietal-Index (indice frontal):

$$= \frac{\text{Kleinste Stirnbreite (4)} \times 100}{\text{Größte Kopfbreite (3)}}$$

Der Index bringt das Verhältnis der Stirnentwicklung zur parietalen Kopfbreite zum Ausdruck, wird aber durch beide Maße und daher auch durch den Längen-Breiten-Index beeinflusst.

$$G(I) = 1,0; \text{ ferner } G(I_1 - I_2) = 1,4 \quad G(I) = 1,4.$$

Kopfmodulus (nach E. SCHMIDT): Größte Länge (1) + größte Breite (2) + Ohrhöhe (15).

Index der Kopfgröße: Größte Länge (1)  $\times$  größte Breite (3)  $\times$  Ohrhöhe (15). Die englischen Autoren verwenden dafür die Ohrhöhe (15b).

Harmoniekoeffizient (nach ROUTIL):

$$= \frac{\text{Größte Breite (3)} \times \text{Ohrhöhe (15)}}{\text{Größte Länge (1)}}$$

Physiognomischer GesichtsindeX (Höhenbreitenindex des Gesichts; Indice du visage). Der Index ist notwendigerweise immer über 100, da die Jochbogenbreite kleiner ist:

$$= \frac{\text{Physiognomische Gesichtshöhe (17)} \times 100}{\text{Jochbogenbreite (6)}}$$

Dieser Index hat kein Analogon in der Kraniometrie. Nach BROCA wird der Index umgekehrt berechnet, nämlich:

$$= \frac{\text{Jochbogenbreite (6)} \times 100}{\text{Physiognomische Gesichtshöhe (17)}}$$

Morphologischer GesichtsindeX (Facialindex nach GARSON):

$$= \frac{\text{Morphologische Gesichtshöhe (18)} \times 100}{\text{Jochbogenbreite (6)}}$$

Einteilung:

	Männlich	Weiblich
Hypereuryprosop	x — 78,9	x — 76,9
Euryprosop	79,0 — 83,9	77,0 — 80,9
Mesoprosop	84,0 — 87,9	81,0 — 84,9
Leptoprosop	88,0 — 92,9	85,0 — 89,9
Hyperleptoprosop	93,0 — x	90,0 — x

BRUGSCH gibt für den morphologischen GesichtsindeX eine abweichende, sonst nicht eingeführte Einteilung, in der bei x—84,9 von niedrigen, bei 85,0—89,9 von mittelhohen und bei 90,0—x von hohen Gesichtsskeletten gesprochen wird.



Von vielen Autoren wird die Einteilung des entsprechenden Schädelindex auch für den Lebenden verwendet, was aber unrichtig ist, da bei letzterem die Jochbogenbreite durch Auflagerung der Weichteile relativ mehr zunimmt als die Gesichtshöhe.

Gelegentlich (RANKE) wurde auch berechnet:

$$= \frac{\text{Jochbogenbreite (6)} \times 100}{\text{Morphologische Gesichtshöhe (18)}}$$

$$G(I) = 1,3; G(I_1 - I_2) = 1,4 \times G(I) = 1,8.$$

Bei Verwendung anderer Gesichtshöhen muß die Einteilung eine Verschiebung erfahren:

$$= \frac{\text{Gesichtshöhe (18a)} \times 100}{\text{Jochbogenbreite (6)}}$$

Einteilung:	Hypereuryprosop	x—92,9
	Euryprosop	93,0—96,9
	Mesoprosop	97,0—103,9
	Leptoprosop	104,0—107,9
	Hyperleptoprosop	108,0—x

$$= \frac{\text{Gesichtshöhe (18b)} \times 100}{\text{Jochbogenbreite (6)}}$$

Einteilung:	Hypereuryprosop	x—83,9
	Euryprosop	84,0—87,9
	Mesoprosop	88,0—92,9
	Leptoprosop	93,0—96,9
	Hyperleptoprosop	97,0—x

Morphologischer Obergesichtsindex (Indice facial n. BROCA):

$$= \frac{\text{Morphologische Obergesichtshöhe (20)} \times 100}{\text{Jochbogenbreite (6)}}$$

Einteilung:	Hypereuryën	x—56,9
	Euryën	43,0—47,9
	Mesën	48,0—52,9
	Leptën	53,0—56,9
	Hyperleptën	57,0—x

$$G(I) = 0,9; G(I_1 - I_2) = 1,4 \times G(I) = 1,3.$$

Varianten:

$$= \frac{\text{Morphologische Obergesichtshöhe (20a)} \times 100}{\text{Jochbogenbreite (6)}}$$

Einteilung:	Hypereuryën	x—56,9
	Euryën	57,0—61,9
	Mesën	62,0—67,9
	Leptën	68,0—74,9
	Hyperleptën	75,0—x

oder

$$= \frac{\text{Morphologische Gesichtshöhe (20b)} \times 100}{\text{Jochbogenbreite (6)}}$$

Einteilung:	Hypereuryën	x—47,9
	Euryën	48,0—52,9
	Mesën	53,0—56,9
	Leptën	57,0—61,9
	Hyperleptën	62,0—x

oder

$$= \frac{\text{Physiognomische Obergesichtshöhe (19)} \times 100}{\text{Jochbogenbreite (6)}}$$

Einteilung:	Hypereuryen	x—46,9
	Euryen	47,0—51,9
	Mesen	52,0—56,9
	Lepten	57,0—60,9
	Hyperlepten	61,0—x

Weitere Gesichtsindices:

Stirn-Gesichtshöhen-Index:

$$= \frac{\text{Projektivische Stirnhöhe (24)} \times 100}{\text{Physiognomische Gesichtshöhe (17)}}$$

Der Index drückt in Prozenten der ganzen Gesichtshöhe die Stirnhöhe aus.

Obergesichts-Gesichtshöhen-Index:

$$= \frac{\text{Physiognomische Obergesichtshöhe (19)} \times 100}{\text{Physiognomische Gesichtshöhe (17)}}$$

Der Index drückt in Prozenten der ganzen Gesichtshöhe die Höhenentwicklung des Obergesichts aus.

Untergesichts-Gesichtshöhen-Index:

$$= \frac{\text{Vordere Höhe des Untergesichts (28)} \times 100}{\text{Physiognomische Gesichtshöhe (17)}}$$

Der Index drückt in Prozenten der ganzen Gesichtshöhe die Höhenentwicklung des Untergesichts aus.

Index interorbitojugalis:

$$= \frac{\text{Breite zwischen den inneren Augenwinkeln (9)} \times 100}{\text{Jochbogenbreite (6)}}$$

Sagittaler Nasofacialindex:

$$= \frac{\text{Nasenhöhe (21)} \times 100}{\text{Morphologische Gesichtshöhe (20)}}$$

Orbitonasal-Index (Nasomalarindex nach THOMAS):

$$= \frac{\text{Orbitonasale Breite (10 (2))} \times 100}{\text{Breite zwischen den äußeren Augenhöhlenrändern (10 (1))}}$$

Einteilung:	Platyopisch	x—109,9
	Mesopisch	110,0—112,9
	Proopisch	113,0—x

Jugomandibular-Index:

$$= \frac{\text{Unterkieferwinkelbreite (8)} \times 100}{\text{Jochbogenbreite (6)}}$$

Einteilung:

	Männlich	Weiblich
Sehr schmal	x — 69,9	x — 67,9
Schmal	70,0 — 74,9	68,0 — 72,9
Mittel	75,0 — 79,9	73,0 — 77,9
Breit	80,0 — 84,9	78,0 — 82,9
Sehr breit	85,0 — x	83,0 — x

(LUNDBORG-LINDERS und SALLER)

$$G(I) = 1,7; G(I_1 - I_2) = 1,4 \times G(I) = 2,4.$$

Jugofrontal-Index (Index frontozygomaticus):

$$= \frac{\text{Kleinste Stirnbreite (4)} \times 100}{\text{Jochbogenbreite (6)}}$$

Einteilung:	Männlich	Weiblich
Sehr schmal	x — 69,0	x — 71,9
Schmal	70,0 — 74,9	72,0 — 76,9
Mittel	75,0 — 79,9	77,0 — 81,9
Breit	80,0 — 84,9	82,0 — 86,9
Sehr breit	85,0 — x	87,0 — x

(LUNDBORG-LINDERS und SALLER)

$$G(I) = 1,0; G(I_1 - I_2) = 1,4 \times G(I) = 1,4.$$

Transversaler Kephalfacial-Index (Kopf-Gesichtsbreiten-Index; Indice pariéto-zygomique nach CHERVIN):

$$= \frac{\text{Jochbogenbreite (6)} \times 100}{\text{Größte Kopfbreite (3)}}$$

Vertikaler Kephalfacial-Index (Kopf-Gesichtshöhen-Index):

$$= \frac{\text{Morphologische Gesichtshöhe (18)} \times 100}{\text{Ohrhöhe des Kopfes (15)}}$$

Höhen-Breiten-Index der Nase (Nasenindex):

$$= \frac{\text{Nasenbreite (13)} \times 100}{\text{Nasenhöhe (21)}}$$

Einteilung:	Hyperleptorrhin	x — 54,9
	Leptorrhin	55,0 — 69,9
	Mesorrhin	70,0 — 84,9
	Chamaerhin	85,0 — 99,9
	Hyperchamaerhin	100,0 — x

$$G(I) = 2,9; \text{ ferner } G(I_1 - I_2) = 1,4 \times G(I) = 4,1.$$

Breiten-Tiefen-Index der Nase (Elevationsindex, Indice nasal antéro-postérieur):

$$= \frac{\text{Tiefe der Nase (22)} \times 100}{\text{Breite der Nase (13)}}$$

Ohr-Indices:

Physiognomischer Ohrindex (Ohrmuschelindex, Indice otologique):

$$= \frac{\text{Physiognomische Ohrbreite (30)} \times 100}{\text{Physiognomische Ohrlänge (29)}}$$

Morphologischer Ohrindex:

$$= \frac{\text{Morphologische Ohrbreite (32)} \times 100}{\text{Morphologische Ohrlänge (31)}}$$

Ohrbasis-Ohrlängen-Index:

$$= \frac{\text{Morphologische Ohrbreite (32)} \times 100}{\text{Physiognomische Ohrlänge (29)}}$$

Längen-Breiten-Index der Incisura intertragica:

$$= \frac{\text{Breite der Incisura intertragica (35)} \times 100}{\text{Länge der Incisura intertragica (35 (1))}}$$

Längen-Breiten-Index der Concha propria:

$$= \frac{\text{Breite der Concha propria (34 (1))} \times 100}{\text{Länge der Concha propria (34)}}$$

Ohrfläppchen-Index:

$$= \frac{\text{Länge des Ohrfläppchens (33 (2))} \times 100}{\text{Physiognomische Ohrlänge (29)}}$$



**Oberohr-Index I:**

$$= \frac{\text{Entfernung des Crus antheleicis inf. vom Superaurale (33 (3))} \times 100}{\text{Physiognomische Ohrlänge (29)}}$$

**Oberohr-Index II:**

$$= \frac{\text{Entfernung des Crus helieis vom Superaurale (33 (4))} \times 100}{\text{Physiognomische Ohrlänge (29)}}$$

**Anthelix-Index:**

$$= \frac{\text{Entfernung der Anthelix von der oberen Incisura auris ant. (36 (4))} \times 10}{\text{Entfernung der Ohrspitze vom Anthelix (36 (1))}}$$

**Ohrmodulus (étendu de l'oreille):**

$$= \frac{\text{Physiognomische Ohrlänge (2)} - \text{Physiognomische Ohrbreite (10)}}{2}$$

Der Ohrmodulus bringt die Größe d. h. die Flächenentwicklung des Ohres, jedoch nur annähernd, zum Ausdruck.

Kiefer-Index (44) und Prognathismus-Index (44 (1)) vgl. S. 373.

**Kinnhöhen-Index:**

$$= \frac{\text{Kinnhöhe (28)} \times 100}{\text{Morphol. Gesichtshöhe (18)}}$$

**Lippen-Index:**

$$= \frac{\text{Höhe der Schleimhautlippen (25)} \times 100}{\text{Breite der Mundspalte (14)}}$$

Außer den angegebenen Indices kann auch das Verhältnis sämtlicher Kopfmaße zur Körpergröße oder zur Kopflänge bzw. Gesichtshöhe berechnet werden:

$$= \frac{\text{Gewähltes Kopfmaß} \times 100}{\text{Körpergröße (1)}}$$

$$\text{bzw.} = \frac{\text{Gewähltes Kopfmaß} \times 100}{\text{Größte Kopflänge (1)}}$$

$$\text{bzw.} = \frac{\text{Gewähltes Gesichtsmaß} \times 100}{\text{Morphologische Gesichtshöhe (18)}}$$

Ferner kann ein Kopf-Körper-Größenindex (Capitostaturalindex), der das Verhältnis zwischen Kopfgröße und Körpergröße angibt, nach der Formel

$$= \frac{\sqrt[3]{\text{Index der Kopfgröße} \times 100}}{\text{Körpergröße (1)}}$$

berechnet werden.

Die wichtigsten der hier aufgestellten Indices sind in den somatometrischen Beobachtungsblättern zusammengestellt.

**Bertillonage**

Eine besondere Ausbildung hat die somatometrische Technik durch ALPHONSE BERTILLON erfahren, der sie zu gerichtlichen Zwecken praktisch verwertete. Da das Verfahren noch heute vielfach erwähnt wird, ist es hier beschrieben. Ausgehend von der Tatsache der außerordentlich großen individuellen Variabilität des erwachsenen Menschen begnügt sich BERTILLON zur Identifizierung eines Individuums mit der Abnahme von 11 Maßen, zu der sich noch einige deskriptive Aufnahmen gesellen. Nach gewissenhafter Prüfung, bei der besonders auch praktische Gesichtspunkte maßgebend waren, kam BERTILLON zu folgender Aufstellung:

Körpermessungen:	{	1. Körpergröße
		2. Spannweite
		3. Sitzhöhe
Messungen am Kopf:	{	4. Länge des Kopfes
		5. Breite des Kopfes
		6. Länge des rechten Ohres
		7. Breite des rechten Ohres

Messungen an den Gliedmaßen:	{	8. Länge des linken Fußes
		9. Länge des linken Mittelfingers
		10. Länge des linken kleinen Fingers
		11. Länge des linken Unterarms

Die zur Vornahme der Messung notwendige Einrichtung besteht 1. aus einem mit Metereinteilung versehenen Wandbrett zur Messung der Körpergröße, 2. einem entsprechenden Brett für die Sitzhöhe, 3. dem Holzschieber, der, an der Wand gleitend, bei den beiden genannten Messungen auf den Kopf des zu Messenden aufgelegt wird, 4. aus der Maßeinteilung für die Messung der Spannweite (Wachseleinwand), 5. aus einem kleinen Hocker zur Abnahme der Sitzhöhe, 6. aus einem Schemel zur Messung der Fußlänge, auf dem das Individuum auch während der Kopfmessungen Platz nimmt, und 7. einem Tischgestell zur Abnahme der Unterarmlänge. An Instrumenten benötigt man zu diesen Messungen ferner noch einen Tasterzirkel mit Rundbogen, einen kleinen Gleitzirkel (sogenannter Ohrmesser) und einen großen Schiebezirkel. Sämtliche Instrumente sind für den speziellen Zweck besonders schwer gearbeitet, um dem zu messenden Individuum möglichst wenig Einfluß auf die Maße selbst zu gestatten.

Die Technik der BERTILLONschen Messungen schließt sich im großen und ganzen den bisher gegebenen Vorschriften an, nur in wenigen Punkten bestehen bemerkenswerte Unterschiede. Diese betreffen:

Die Spannweite. Sie wird hinten an der Wand gemessen bei waagerecht ausgebreiteten Armen, entsprechend Maß Nr. 17 a.

Die Kopflänge. Sie wird definiert als Abstand der Nasenwurzel von dem vorspringendsten Punkt des Hinterhauptes. BERTILLONs Maß geht also weder von der Glabella noch vom Nasion aus, sondern einfach von dem am tiefsten eingesattelten Punkt der Nase.

In der Länge des Mittelfingers und des kleinen Fingers sind auch die Köpfchen der Metacarpalia inbegriffen. Die Finger werden bei der Messung rechtwinkelig zum Handrücken gebeugt.

Die Unterarmlänge ist gleich dem Abstand der Mittelfingerspitze von der Kuppe des Olecranon bei flach auf dem Tisch aufliegenden, stark gebeugtem Arm.

Diese von BERTILLON eingeführten Modifikationen der Technik schließen also die vergleichsweise Verwertung der gewonnenen Maßzahlen mit den nach der sonst üblichen Methode erhaltenen aus.

Die deskriptive Ergänzung der BERTILLONschen Messungen kann durch die heutige Technik (vgl. besonders bei Fingerleisten und Augenfarben) als überholt gelten. Die Messungen können für denjenigen, der mit ihnen eingeübt ist, immerhin brauchbar sein.

### γ) Somatoskopische Technik

Neben den durch Messung festzustellenden Formverhältnissen des Körpers gibt es noch eine Reihe von Merkmalen, über die man sich nur auf deskriptivem Weg oder mit Hilfe von Schemata (Vorbildern) orientieren kann. Die wichtigsten derselben sind in das Beobachtungsblatt aufgenommen und sollen hier, soweit es sich um die Technik der Beobachtung handelt, kurz besprochen werden.

Die üblichen Termini sind in dem Beobachtungsblatt, um die Aufnahme zu erleichtern, bereits vorgedruckt; es genügt daher, das Zutreffende zu unterstreichen. Steht ein Merkmal in der Mitte zwischen zwei vorgedruckten Bezeichnungen, so unterstreiche man beide, oder verbinde sie durch einen Bogen. Spezialstudien an bestimmten Körperteilen werden unter Umständen eine bedeutende Erweiterung des vorgesehenen Rahmens nötig machen. Über die Variationen der einzelnen Merkmale wird der somatologische Abschnitt handeln. Für die statistische Bearbeitung ist wichtig, sich klar darüber zu bleiben, daß für unterschiedene Klassen bei den deskriptiven Merkmalen sichere Abgrenzungen meist fehlen und daß die Einteilungen nur selten einen tieferen, d. h. genetischen Sinn haben.

#### 1. Ernährungszustand

Man beurteilt den Ernährungszustand meist nach der Entwicklung des Unterhautfettes (Panniculus adiposus) und unterscheidet dabei 5 Stufen: Sehr mager, mager, mittel, fett, sehr fett, die auch ohne Schema abzuschätzen sind. Metrisch kommt der Befund in der Dicke der Fettschicht neben dem Nabel (71(2)) zum Ausdruck. Eine direkte Gleichsetzung von Stärke des Fettpolsters und



Ernährungszustand ist nicht zulässig, denn der Ernährungszustand eines Individuums ist eine komplexe Größe, die genau ohne anamnestiche Daten und Beschreibung der Verhältnisse im einzelnen nur schwer festzustellen ist.

Auf den Tonus, die elastische Spannung der Haut, ist dabei keine Rücksicht genommen. Während bei uns sich eine welke, zur Runzelung geneigte Haut meist nur bei mageren oder alternden Individuen findet, kombiniert sich bei gewissen Gruppen, z. B. bei Hottentotten, schlafe Haut auch mit starker Entwicklung des Panniculus adiposus. Den Fällen regional auffallend starker Fettentwicklung — Steatopygie — oder durch künstliche Züchtung hervorgerufener Fettleibigkeit ist besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

Für die Beurteilung der individuellen Maßverhältnisse ist die Kenntnis des Ernährungszustandes unerlässlich, da vor allem die Körperrumfangen durch seine Schwankungen sehr beeinflusst werden. Aus dem gleichen Grund ist auch der Gesundheitszustand zu berücksichtigen. Es ist wichtig zu wissen, ob durch gewisse überstandene oder noch bestehende Krankheiten die Körperform im ganzen oder in einzelnen Teilen eine Veränderung erfahren hat. Besonders zu beachten sind die hereditären Erkrankungen und deren Folgen.

## 2. Die Haut

### a) Hautfarbe

Da die Hautfarbe des Menschen durch die Einwirkung äußerer Agentien mannigfach beeinflusst werden kann und außerdem regionale Differenzen zeigt, ist es notwendig, verschiedene bedeckt und unbedeckt getragene Körperstellen zu untersuchen. Man notiere bei genauen Untersuchungen die Färbung der folgenden Hautstellen: Stirn, Wange, Brustbeinregion, Bauchwand oberhalb des Nabels, Schulterblattgegend, Beugeseite des Oberarms, Streckseite des Oberarms, Handteller, Innenfläche des Oberschenkels, evtl. auch Fußsohle (nach vorheriger Reinigung), ferner Brustwarze, Warzenhof und äußere Geschlechtsteile. Man beobachte ferner die Färbung der Ober- und Unterlippe, evtl. auch die Schleimhaut der äußeren Geschlechtsteile und des Anus. Ist man genötigt, seine Beobachtungen abzukürzen, so stelle man mindestens die Hautfarbe auf der Stirn, der Brust und in der Schulterblattgegend fest.

Bei farbigen Menschenrassen versäume man keine Gelegenheit, die Hautfärbung von Kindern gleich nach der Geburt und während der ersten Lebensmonate, wenn möglich Lebensjahre, genau aufzunehmen. Der in dieser Zeit auftretende Farbenwechsel kann nur durch wiederholte Beobachtung festgestellt werden. Besonders achte man auch darauf, ob in der Sakralgegend dunklere Flecke vorkommen.

Veränderungen erfährt die natürliche Hautfarbe durch aufgelagerten Schmutz, durch Behandlung der Haut mit Ölen und Salben und durch Bemalen. Solche sekundäre Auflagerungen sind vor der Untersuchung zu entfernen. Starke Behaarung und Runzeln lassen die Haut dunkler erscheinen als sie in Wirklichkeit ist. Vorübergehende oder dauernde Änderungen der Hautfarbe treten auch durch psychische Erregungen (Erröten usw.), im Verlauf der Schwangerschaft, bei verschiedenen Erkrankungen und bei Klimawechsel auf. Sie erfordern spezielle und eingehende Beobachtungen. Fälle von Pigmentmangel (totaler und partieller Albinismus), ebenso Rutilismus haben ein besonderes Interesse. Man notiere Lage und Ausdehnung der einzelnen hellen Flecken oder bei totalem Albinismus das Auftreten kleiner Pigmentflecke. Man beachte bei Albinotischen auch die Färbung der Haare und Iris und suche sich möglichst genau über die Erbliehkeitsverhältnisse zu orientieren. Bei Rutilismus ist vor allem auf das gegenseitige Vorkommen von Epheliden und anderer Pigmentanomalien zu achten.



Die Feststellung der außerordentlich reichen Nuancierung der Hautfärbung durch sprachliche Ausdrücke ist nur als ein Notbehelf zu betrachten. Termini, die an bestimmte bekannte Gegenstände (Leder, Stroh, Kaffee, Schokolade usw.) anknüpfen, sind zu verwerfen, weil die Schattierung derselben sehr verschieden sein kann. Am besten wird man sich noch der folgenden Terminologie bedienen: a) grauschwarz (ein absolutes Schwarz kommt nicht vor), b) schwarzbraun, c) rein dunkelbraun, d) rötlich dunkelbraun, e) rötlich braun, f) reinbraun, g) hellbräunlich, h) olivengelb, i) gelblich, k) gelblich-weiß, l) karminweiß, m) fahlweiß.

Es ist auch vorgeschlagen worden, die Hauttöne mittels Wasserfarbe möglichst getreu nachzumalen. Dies ist aber ein umständliches Verfahren und setzt außerdem eine vollständig beherrschte Maltechnik voraus, da die Wasserfarben beim Eintrocknen ihren Ton nicht unwesentlich verändern. Ein moderner und bequemer Ersatz für dieses Verfahren ist heute die *Farbphotographie*, mit deren Hilfe unterschiedliche Tönungen, vor allem zu Untersuchungen festgehalten werden können, bei denen es auf die feinen Individualunterschiede ankommt. Dieses Verfahren setzt allerdings eine Beherrschung der Photographiertechnik, vor allem der Belichtungsfineinheit bei Farbfilmen voraus; auch durch die Bearbeitung des Films beim Entwicklungsvorgang und bei der Herstellung der Abzüge kann die Farbwiedergabe erheblich beeinflußt werden. Ein sehr modernes Verfahren zur Bestimmung der Haarfarbe ist die *Spectrophotometrie*; allerdings ist sie ans Laboratorium gebunden und sind umfassende Untersuchungen mit ihr noch nicht durchgeführt worden. Wo nur ein gröberer Überblick über die Hautfarben gewonnen werden soll, empfehlen sich die verschiedenen Hautfarbentafeln. Ihre Vielzahl zeigt allerdings, daß offenbar keine vollkommen ist.

Von den vorhandenen Hautfarbentafeln seien genannt:

α) Die Hautfarbentafel von F. VON LUSCHAN:

Bezeichnungen des Beobachtungsblattes (nur annähernder Vergleich):

Nr. 35	= grauschwarz,
Nr. 34, 33	= schwarzbraun,
Nr. 31	= dunkelbraun,
Nr. 32	= rötlichbraun,
Nr. 29—26	= reinbraun,
Nr. 25—22, 6	= hellbräunlich,
Nr. 4, 5	= gelblich,
Nr. 1, 2	= gelblich-weiß,
Nr. 9—11, 3	= karmin-weiß,
Nr. 7, 8	= fahl-weiß.

Sie enthält 36 Steinchen aus opakem Glas, die in zwei Reihen angeordnet, fortlaufend numeriert, beidseitig in einen Blechrahmen eingelassen sind und in einem einfachen Blechtui untergebracht werden können. Die Nummern 1—5 entsprechen den Farben anämischer Europäer, die Nummern 6—35 den Farbtönen blutreicher Haut von den hellsten (6) bis zu den dunkelsten (35) Tönen. Als Nummer 36 ist noch ein rein schwarzes Farbsteinchen aufgenommen, um daran den Unterschied auch der dunkelsten wirklich vorkommenden Hautfarbe vom reinen schwarz beurteilen zu können. Die Oberflächen der farbigen Glasflüsse zeigen bisweilen störende Reflexe; man muß daher die Tafel bei der Aufnahme der Hautfarbe eines Individuums derart halten, daß diese Reflexe möglichst vermieden werden, oder man kann die zu beobachtende Hautstelle etwas anfeuchten, um ihr einen der Tafel ähnlichen Glanz zu verleihen. Bei einer Neuauflage der Tafel wäre den Mängeln des Glasflusses eventuell durch Verwendung von mattem Kunststoff abzuheilen.

β) Das „*Tableau chromatique*“ von BROCA. Auf einem Karton sind 34 durch Photolithographie hergestellte verschieden gefärbte rechteckige Papierstreifen aufgeklebt und mit den Nummern 21—54 versehen. Da diese gefärbten Papiere von einer weißen Unterlage umrahmt sind, so müssen bei der Aufnahme auf der Haut gleiche

Bedingungen geschaffen werden. Dies geschieht dadurch, daß man sich aus einem weißen Karton im Format einer großen Visitenkarte eine rechteckige Öffnung von der Größe der gefärbten Papiere ausschneidet. Man legt dann diesen Karton auf die zu beobachtende Hautstelle und stellt durch Vergleich die entsprechende Nummer der Farbentafel fest. Findet man keine genaue übereinstimmende Nuance, so notiert man sich die zwei oder drei ähnlichsten Farbtöne, zwischen denen die beobachtete Hautfarbe zu liegen scheint. Die Aufnahme ist bei gutem, gleichmäßigem und diffusem Licht, nicht in voller Sonne auszuführen.

Es ist wichtig, daß der weiße Rahmen, in dem der Hautton beurteilt wird, diesen infolge der Kontrastwirkung dunkler erscheinen läßt, als er in ganzer Fläche betrachtet ist.

Die BROCASche Farbentafel darf nur möglichst wenig dem Licht ausgesetzt werden, da die Farben nicht lichtbeständig sind; auch haben die verschiedenen Ausgaben der Tafel nicht ganz gleiche Farbtöne.

TOPINARD hat die BROCASche Tafel auf 10 Farbtöne reduziert, davon 3 für die weiße Hauptasse.

γ) Die Hautfarbentafel von FRITSCH. Die einzelnen Hautfarben (insgesamt 49) sind in Feldern von 25 : 14 mm Größe nebeneinander auf feste Kartonstreifen aufgeklebt. Diese letzteren können unmittelbar über die zu vergleichende Hautstelle gespannt werden. Die gewählten Farben sind unveränderliche Ölfarben, die den matten Glanz der menschlichen Haut besser zum Ausdruck bringen als die reflektierenden Steinchen der von LUSCHANSCHEN Tafeln. Ein feines Korn des gefärbten Papiers gibt auch die Struktur der menschlichen Haut gut wieder. Die Tafel, Originalgröße 21 : 13½ cm, die, in ein Karton-Futeral eingesteckt, bequem in der Instrumententasche oder in einer Rocktasche mitgeführt werden kann, besteht aus 6 Streifen zu je 7 Feldern, denen noch ein Ergänzungstreifen beigegeben ist. Die Bezeichnung des einzelnen Farbtönen erfolgt in der Weise, daß ein Streifen mit I—VI, die Farbfelder mit je 1—7 angegeben werden. So gibt die Bezeichnung I, 6 oder IV, 3 also einen ganz bestimmten Farbton an. FRITSCH hat angegeben, wo die einzelnen Farbstreifen am meisten Verwendung finden und wie sich seine Farbtöne zu denjenigen der von LUSCHANSCHEN und BROCASCHEN Tafeln verhalten. Für europäische Nordländer kommt vor allem Farbstreifen I, 1—7, für Südländer Farbstreifen II, 1—7 in Betracht. Die ganze Aufmachung der Farbtafeln in einem Karton-Futeral mit aufgeklebten Farbfeldern macht sie leider für die Tropen nicht leicht verwendbar.

δ) Hautfarbenfächer nach A. HINTZE (1929). Ein Bestimmungsgerät, welches die auf der Körperoberfläche des Menschen, an der Haut wie an der Schleimhaut, ferner die bei der Zergliederung an den Organen des Körperinneren nachzuweisenden Farben im ganzen Umfang, in einer der Unterscheidungsschwelle nahen Unterteilung und in der für die Farbbestimmung notwendigen Zusammenordnung aller einander benachbarten Farben enthält. Der Hautfarbenfächer trägt 358 Farbproben auf 14 kreissektorenförmigen Blättern, welche in drei Fächern von je 6 bzw. 4 Blättern vereinigt sind. Von diesen umfaßt der „Generalfächer“ (I) das gesamte Gebiet bis zu den Farben der dunkelhäutigen Rassen, während die beiden anderen Fächer die helleren und mittleren Farbtöne in einer um das Doppelte verfeinerten Unterteilung (entsprechend der bei diesen Farbtönen höher liegenden Unterscheidungsschwelle) wiedergeben. Zwischen den auf den einzelnen Fächerblättern angeordneten Farbproben finden sich Durchblickfenster von derselben Größe wie die Farbproben; unter Anlegen des entfalteten Fächers an die Haut wird ein Hautfeld von der durch das Fenster bestimmten Größe mit den umliegenden Farbproben verglichen. Den Farbproben des Fächers wurden die Farbnormen von WILHELM OSTWALD zugrunde gelegt; diese stellen ein natürliches System der Farben dar, in welchem alle an Objekten der Außenwelt beobachteten Farben als Weiß- bzw. Schwarztrübungen von einem Farbnormenkreis abgeleitet werden, der die Spektralfarben und die im Spektrum fehlenden, zwischen Violett und Rot liegenden Purpurfarben in der physiologisch richtigen gegenseitigen Verteilung im Kreis enthält. Die einzelnen Farbproben bestehen aus homogenen, stumpfen, weitgehend lichtechten Farbaufstrichen auf Kartonblättern; die Aufstriche sind ihrer chemischen Zusammensetzung nach festgelegt und jederzeit in gleicher Weise reproduzierbar. Aus diesem 24 Grundfarben enthaltenden Farbnormenkreis geben die Fächer das Gebiet (2,0) 3,0—8,0 (10,0) wieder, entsprechend dem am Menschen zu beobachtenden Farbbereich; der Normalfächer (II) erstreckt sich auf das Gebiet 3,0—4,5, der ihn fortsetzende Rötungsfächer (III) auf das anschließende Gebiet 5,0—8,0. Das einzelne Fächerblatt trägt in sinngemäßer Verteilung die Weiß- und Schwarztrübungen der am Grunde des Fächerblattes stehenden klarsten Farbe. Die Bezeichnung der Trübungsarten erfolgt gemäß der OSTWALDSchen Nomenklatur durch je zwei kleinere Buchstaben des lateinischen Alphabets, die sich entsprechend der Anordnung des Systems auf jedem Fächerblatt wiederholen.



In folgendem Schema (Abb. 193) ist die Nomenklatur des Generalfächers sowie links oben in ihn die des Normal- bzw. Rötungsfächers hineingeschrieben; wodurch zugleich das gegenteilige Verhältnis des Generalfächers zu den Spezialfächern dargestellt wird.

Der Generalfächer enthält in den Gebieten starker Schwarztrübung, gruppiert um ni, die Hautfarben der dunkelhäutigen Rassen, im klaren Gebiet anatomisch zu beobachtende Organfarben und die Farbe des Blutes (7,0 pa = Blut mit 80% Hämoglobin entsprechend der Tallquist-Skala). — Der Normalfächer enthält bei den Farbtönen 2,5 und 3,0 die bleiche (anämische) Hautfarbe des Europäers, beim Farbton 3,5 die normalblasse (bedeckte), bei 4,0 und 4,5 die normalrosige Hautfarbe. — Der Rötungsfächer enthält bei den Farbtönen 5,0 und 6,0 die Farbe normal geröteter (unbedeckter) Haut des Europäers, bei den Tönen bis 8,0 die Farben der sichtbaren Schleimhäute. — Die blonde Hautfarbe gruppiert sich um 3,5 ec, die brünnete um 4,0 gd; normale Pigmentierung des Europäers reichen bis in die l-Reihe, zuweilen bis in die n- und p-Reihe (Generalfächer) (HINTZE).

Stärkste Weißtrübung.

Stärkste Schwarztrübung.

ca	db	ec	fd	ge	hf	ig	kh	li		nl	pn
	eb	fc	gd	he	if	kg					
ea	fb	gc	hd	ie	kf	lg			ni	pl	
	gb	hc	id	ke							
	ga	hb	ic	kd	le			ng	pi		
		ia	kb	lc			ne		pg		
			la		nc			pe			
				na				pc			
						pa					

Klarste Farbe.

Abb. 193. Nomenklatur des General-, des Normal- und des Rötungsfächers (nach HINTZE).

r) Hautfarbentafel von B. K. SCHULTZ (1935). Sie arbeitet mit farbigen, auf Karton aufgezogenen Papieren, die durchlocht sind, um auf die Haut aufgelegt zu werden; sie umfaßt insgesamt 30, aber vielfach recht unnatürliche Töne.

Zur Bestimmung der Zahnfarbe vgl. S. 415.

#### b) Hautrelief

Außer der Hautfarbe beachte man auch den Hautcharakter, der, abgesehen von Berufsveränderungen, von dem Reichtum an Drüsen, von der Behaarung und von der Dicke der Epidermis abhängig ist. Man unterscheidet nach zwei Richtungen hin: 1. einen samtartigen, weichen oder rauhen Charakter, 2. eine feuchte, trockene oder fettige Haut. Die rassenmäßig vorhandene Neigung zur Runzelung der Haut an verschiedenen Körperstellen oder am ganzen Körper ist dabei ebenfalls zu berücksichtigen.

Die Prüfung des Tast- und Temperatursinnes sowie des spezifischen Hautgeruches gehört in das Gebiet der physiologischen Beobachtungsmethoden. Eventuell vorkommende künstliche Veränderungen der Haut durch Bemalung oder Tatauierung sind von besonderem Interesse für die Ethnologie und daher genau zu beschreiben, wenn möglich, durch Photographie oder Zeichnung festzuhalten.



Die Herstellungstechnik der für das Studium des Hautleisten-Systems notwendigen Fuß-, Hand- und Fingerabdrücke ist auf S. 174 ff. beschrieben. Ein geeignetes Beobachtungsblatt nach SCHLAGINHAUFEN ist in Abb. 194 abgebildet.

No. <input type="text"/> No. des Massbl.		Aufnahmeblatt für Hand- und Fussabdrücke										Geogr. Herkunft	
Eigennamen		von										Stammesname	
Geschlecht		Prof. Dr. Otto Schlaginhaufen.										Mutterl. Land	
Alter												Vaterl. Land	
No.	11. Zahndiagramme: Reine				12. Zahndiagramme: Misch				Ort der Beobachtung				
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	Datum der Beobachtung				
									Beobachter				
No.	13. Linke Hand				No.	13. Rechte Hand				Rollenbruch des Hyponotars		14. Metacarpophal.-Region, links	15. Fingerabdrücke: Reine
								14. links	14. rechts			16.	
										15. Metacarpophal.-Region, rechts		17.	
										16. Metacarpophal.-Region, links		18.	
No.	1. Linker Fuss				No.	3. Rechter Fuss				Rollenbruch des Querschen Gelenkes		15. Metacarpophal.-Region, rechts	16. Fingerabdrücke: Misch
								15. links	15. rechts			19.	
										16. Metacarpophal.-Region, rechts		20.	
										17. Fussabdrücke links/Fussabdrücke rechts		21.	
										18. Ferus links		18. Ferus rechts	22.
										22. Weiterentwicklung von Fingerabdrücken			23.

Abb. 194. Aufnahmeblatt für Hand- und Fußabdrücke (nach SCHLAGINHAUFEN).

Die Feststellung der Dicke von Haut bzw. Weichteilen an Leichen erfolgt am besten mit einer sogenannten *Einstechnadel*. Dieselbe besteht aus einer mit Millimeterteilung versehenen Stahlnadel, die sich in einer Messinghülse auf- und abbewegt. Die letztere trägt an dem einen Ende eine kleine Rundplatte, die auf die Haut, ohne stark aufzudrücken, aufgesetzt wird. An einem Fensterausschnitt der Hülse befindet sich ein Nonius, der die Millimetereinteilung der Stahlnadel bis auf 0,1 mm genau abzulesen erlaubt. Zur Abnahme des Maßes wird die Stahlnadel senkrecht zur Körperoberfläche bis auf den Knochen eingestoßen und die Hautdicke am Nonius abgelesen.

### 3. Haar

Die direkte Beobachtung des Haares hat vor allem die Farbe und die Form zu berücksichtigen. Sie ist, wenn möglich, auszudehnen auf Kopf-, Bart-, Scham- und übriges Körperhaar. Wo wesentliche Unterschiede vorliegen, ziehe man auch Augenbrauen und Wimpern in die Untersuchung ein.

## a) Haarfarbe

Die Haarfarbe kann wie die Hautfarbe durch sprachliche Termini ausgedrückt werden. Am geeignetsten sind die folgenden: a) reinschwarz, b) braunschwarz, c) dunkelbraun, d) rötlich-braun, e) hellbraun, f) dunkelblond, g) hellblond, h) aschblond, i) rot, k) albinotisch.

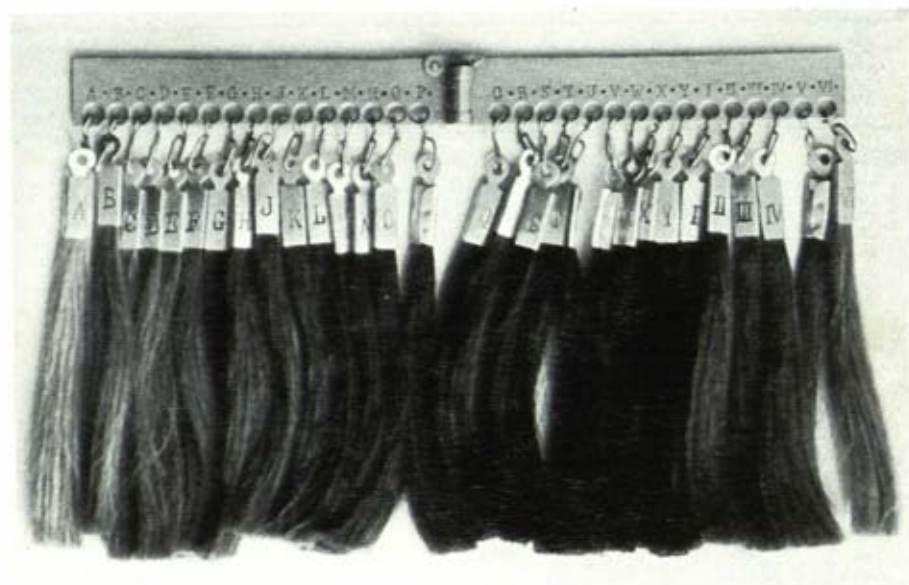


Abb. 195. Haarfarbentafel nach FISCHER-SALLER.

Aber die individuelle Abschätzung dieser Ausdrücke ist doch so verschieden, daß auch hier wie bei der Hautfarbe die Verwendung eines Schemas dringend zu empfehlen ist. Dafür war früher die Farbtabel von FISCHER mit ziemlich unnatürlichen Kunsthaaren in Brauch, dann hat sich die Haarfarbentafel nach FISCHER-SALLER, bestehend aus Naturhaaren, durchgesetzt. Die Haarfarbentafel nach FISCHER-SALLER (Abb. 195) besteht aus 30 natürlichen Haarproben, die entsprechend bezeichnet und an einem Metallbügel aufgereiht sind. Sie wird in einer Wachstuchtasche geliefert<sup>1)</sup>. Ihre Einteilung ist folgende:

FISCHER-SALLER			FISCHER
A	Aschblond	Blond	20
B — E	Hellblond		13, 19, 21—24
F — L	Blond		25, 26
M — O	Dunkelblond	Braunschwarz	8
P — T	Braun		5—7
U — Y	Braunschwarz		4, 27
I — IV	Rot	Rot	1—3, 9, 10
V — VI	Rotblond		10—12

In der neuen Tafel ist der Ton E nicht ganz eindeutig einzuordnen, er gehört genetisch vielleicht in die Rot-Reihe (I—VI) als deren hellster Ton.

<sup>1)</sup> Zu beziehen durch das Anthropologische Institut der Universität München, Richard-Wagner-Straße 10/L.

Eine Haarfarbentafel speziell zu Untersuchungen von Albino-Haarfarben (BÜCKLERS) stellt 6 Farbtöne zusammen: 1. bläulich-weiß, 2 + 3 grünlichweiß, 4 + 5 rosaweiß, 6 gelblichweiß. Die Tafel ist als Zusatztafel der FISCHER-SALLERSchen gedacht; sie kommt für Spezialuntersuchungen bei Albinos in Betracht.

Beziehungen zwischen den verschiedenen Haarfarbentafeln

	Vergl.- tafel nach TISSE RAND	Vergl.- tafel nach FISCHER	Vergleichstafel nach FISCHER-SALLER	Vergl.- tafel nach B. K. SCHULTZ
Blond . . . . .	Bl 1	—	—	—
— . . . . .	Bl 2	20	A	1
— . . . . .	Bl 3	19	B	—
— . . . . .	Bl 4	18	C (mehr gelb)	1
— . . . . .	Bl 5	17	D	—
— . . . . .	Bl 6	13	E	3
— . . . . .	Bl 7	13	VI	3
— . . . . .	Bl 8	13	V	3
Rot . . . . .	R 1	—	—	—
— . . . . .	R 2	—	—	—
— . . . . .	R 3	—	II (ausgeprägt rot)	—
— . . . . .	R 4	—	I (ausgeprägt rot)	7
— . . . . .	R 5	—	—	—
— . . . . .	R 6	—	—	—
— . . . . .	R 7	—	—	—
Braun . . . . .	B 1	—	S	—
— . . . . .	B 2	29	T	8
— . . . . .	B 3	—	U	—
— . . . . .	B 4	4	V	—
Schwarz . . . . .	N 1	5	W	9
— . . . . .	N 2	—	X	10
— . . . . .	N 3	27	Y (mit bläul. Einschlag)	10
Aschfarben (Cendrés) . . . . .	C 1	14	F	—
— . . . . .	C 2	15	G (mit grünl. Einschlag)	4
— . . . . .	C 3	—	—	—
— . . . . .	C 4	—	—	—
— . . . . .	C 5	25	K (mehr dunkel)	5
— . . . . .	C 6	9	N (mit grünl. Einschlag)	—
— . . . . .	C 7	—	—	—
— . . . . .	C 8	—	R (mehr goldblond)	—
Aschblond . . . . .	Bl C 1	—	—	—
— . . . . .	Bl C 2	—	—	—
— . . . . .	Bl C 3	—	—	—
— . . . . .	Bl C 4	21	L (mit grünl. Einschlag)	—
Aschbraun . . . . .	Ch C 5	—	O-Q (mit grünl. Einschlag)	—
— . . . . .	Ch C 6	8	M	6
Rotblond . . . . .	Bl R 1	—	—	—
— . . . . .	Bl R 2	—	—	—
— . . . . .	Bl R 3	—	—	—
— . . . . .	Bl R 4	—	IV	—
Kastanienrot . . . . .	Ch R 5	—	III	—
— . . . . .	Ch R 6	—	—	—
Kastanienbraun . . . . .	CH 1	—	—	—
— . . . . .	CH 2	—	—	—
— . . . . .	CH	25	P	—
— . . . . .	CH	—	—	—
— . . . . .	CH	—	—	—
— . . . . .	CH	22	R	—
— . . . . .	CH	—	—	—



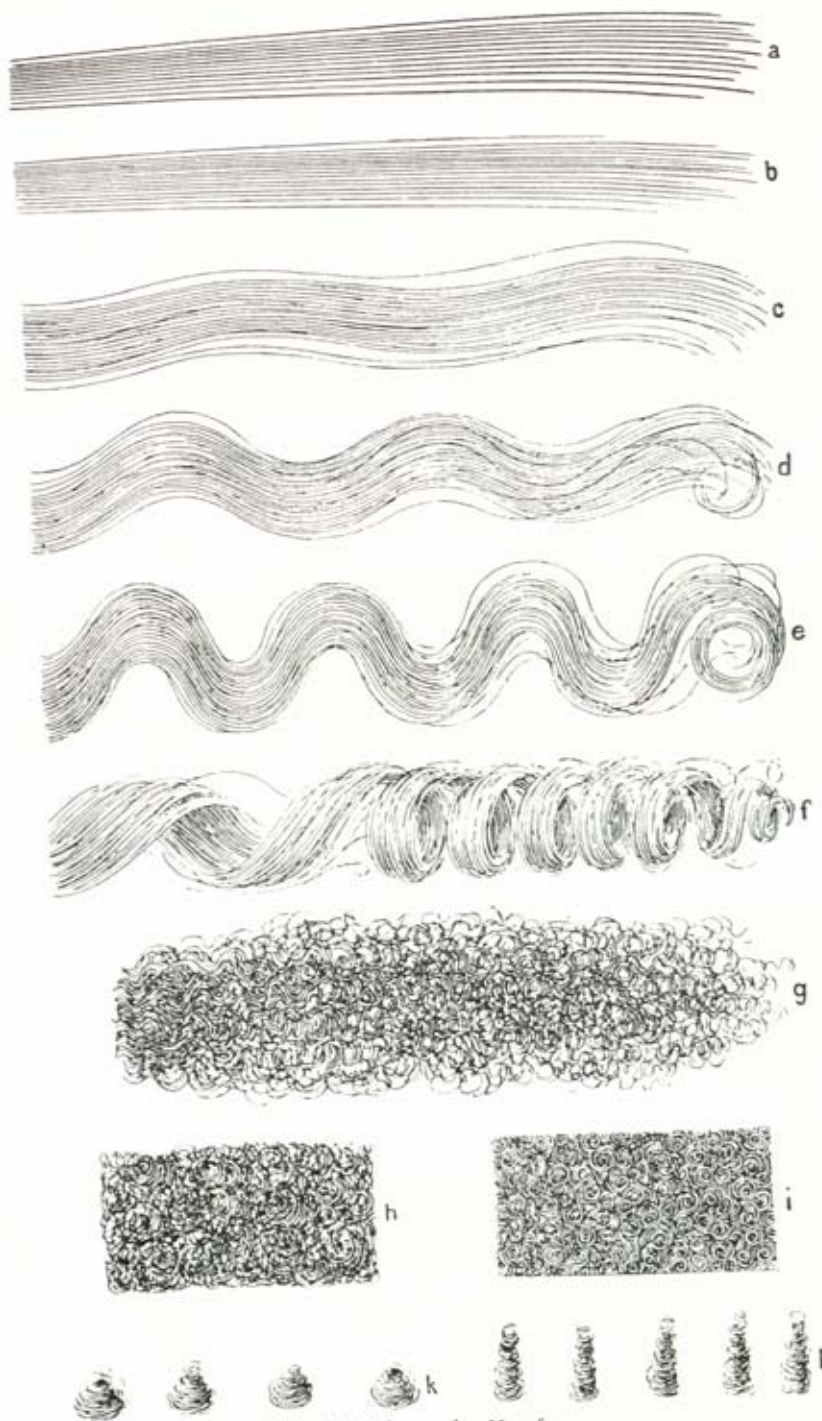


Abb. 196. Schema der Haarform

- |                |   |             |                 |   |          |
|----------------|---|-------------|-----------------|---|----------|
| a) straff      | } | lissotrich  | g) gekräuselt   | } | ulotrich |
| b) schlicht    |   |             | h) locker kraus |   |          |
| c) flachwellig | } | kymatotrich | i) dicht kraus  | } |          |
| d) weitwellig  |   |             | j) fil-fil      |   |          |
| e) engwellig   |   |             | k) spiralg      |   |          |
| f) lockig      |   |             | l) spiralig     |   |          |

Zur Aufnahme der Haarfarbe nimmt man die Farbentafel aus der Wachstuchtasche, hält die Strähnenreihe bei gutem Licht an den behaarten Kopf und notiert diejenige Nuance, die möglichst genau mit der Farbe des Haares übereinstimmt. Die Tafel ist auch für die Festlegung der Farbe des Bartes und des Körperhaares verwendbar.

Neuerdings hat TISSERAND (1946) für ihren Privatgebrauch eine noch umfangreichere Haarfarbentafel zusammengestellt, die aber für den allgemeinen Gebrauch, von sonstigen Mängeln abgesehen, zu groß ist. Auch die Tafel von SCHULTZ, die mit Papierfarben arbeitet, konnte sich nicht durchsetzen, ebenso wie andere Tafeln aus Kunststoff. Für den Vergleich mit ihrer eigenen Tafel gibt TISSERAND die Tabelle S. 392.

Ein einfaches und schnelles Verfahren, das aber ans Laboratorium gebunden ist, ist die Bestimmung der Haarfarbe durch den BECKMANNschen Spectrophotometer (FRASSETTO/CLINSA); größere vergleichende Untersuchungen sind damit noch nicht durchgeführt worden.

Auch die Haarfarbe kann durch kosmetische Behandlung mit Fetten, Farbstoffen und Erden, durch Verwendung von Beizen sowie durch die Einwirkung von Luft, Licht und Meerwasser wesentlich verändert werden, worauf genau zu achten ist. Ebenso ist das Ergrauen der Haare besonders zu vermerken.

#### b) Haarform

Zur Feststellung derselben ist das Schema S. 393 zu benützen (Abb. 196):

Zur Erläuterung sei bemerkt, daß a) und b) den geradlinigen Typus des Haares umfaßt: a) straff ist ein geradlinig verlaufendes Haar von erheblicher Dicke; b) ein geradliniges Haar von geringer Stärke. Bei den welligen Haaren c—f liegen die Biegungen nahezu in einer Ebene und beginnen an der Einpflanzungsstelle. Das krause Haar g—l zeigt unregelmäßige Wellenbildungen und Drehung (Spiralen) von sehr verschiedenem Durchmesser.

Durch die Haartracht und durch das Behandeln der Kopfhare mit Wasser, Salben, Wachs usw. kann auch die Haarform bis zu einem gewissen Grad verändert werden.

Weitere Beobachtungen über die Haare, die am Lebenden direkt vorgenommen werden können, betreffen die Länge der Haare an den verschiedenen Körperstellen und Dichtigkeit des Haarwuchses. In letzterer Hinsicht verwendet man zur Charakterisierung der Körperbehaarung die Abstufung: stark, mittel, schwach, sehr schwach, fehlend. Man notiere auch die Körperregionen, an denen die Behaarung am stärksten auftritt. Beachtenswert sind ferner die Geschlechts- und Altersunterschiede der Behaarung, besonders das zeitliche Auftreten der Geschlechts- haare sowie der Haarstrich. Über alle diese Punkte vergleiche man den somatologischen Teil.

### 4. Mikroskopische Untersuchung von Haut und Haaren

Die mikroskopische Untersuchung unbehaarter Hautstücke wird sich vorwiegend auf die Frage der Pigmenteinlagerung, auf die Dicke der einzelnen Schichten, auf die Einlagerung von Talg- und Schweißdrüsen, doch auch auf die Struktur der Hautoberfläche beziehen. An der lebenden Haut kann ihre Felderung und die Struktur der Kapillaren (Kapillarmikroskopie) untersucht werden.

#### a) Hautoberfläche

Die mikroskopische Untersuchung der Hautoberfläche läßt verschiedene Rauigkeitsgrade erkennen, die bis zu einem gewissen Grad konstitutionell bedingt sind, aber weitgehend von Umweltfaktoren wie berufliche Tätigkeit, Kleidung usw. beeinflusst werden. Für die mikroskopische Untersuchung am Lebenden hat JÄGER eine Methode ausgearbeitet, bei der zur Darstellung des Hautreliefs



Fluoreszenzfarbstoffe verwendet werden. Nähere Angaben über die Technik sind in Abschnitt photographische Produktion zu finden (Abb. 197). Weitere Angaben s. bei physiologischen Methoden.

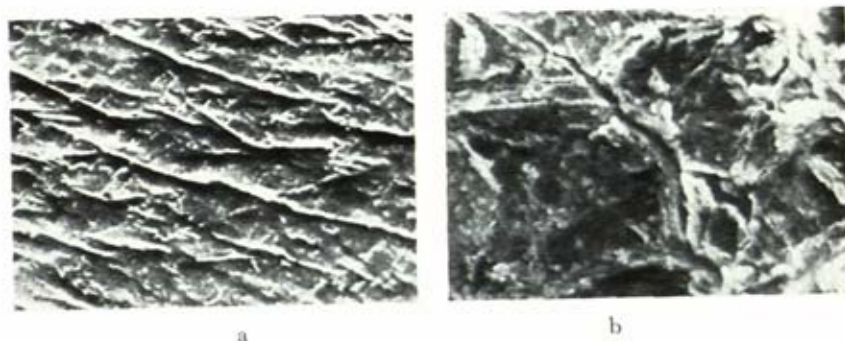


Abb. 197. a) Nahaufnahme der Haut (Elmar  $f = 5$  cm am Einstellrevolver, Blende 12,5, 1 sec,  $12/10^6$ -DIN-Film, I Nitraphotlampe, seitliche Beleuchtung, Hautklinik Gießen fot.). b) Darstellung der Hautrauigkeit bei der gleichen Hautstelle wie auf Bild a (Fluoreszenzaufnahme nach der Methodik von R. JÄGER, Mikroaufnahme mit Ultropak, 30 sec, Mikroansatz. Hautklinik Gießen fot.).

#### b) Kapillarmikroskopie

Die Beobachtung der feinsten Blutwege in der Haut, der Kapillaren, ist am Lebenden ebenfalls mit Hilfe des Mikroskops möglich. Eine sehr ausführliche Darstellung zur normalen Anatomie und Physiologie sowie allgemeinen Pathologie und auch zur Technik der Untersuchungsmethode hat MÜLLER angegeben. Eine direkte Beobachtung der Kapillaren ist nur bei zarten Schleimhäuten (Lippe, Conjunctiva) möglich. Zur Untersuchung an anderen Hautstellen muß zuerst die rauhe Oberfläche der Hornhaut gleichmäßig und damit durchsichtig gemacht werden. Hierzu eignet sich am besten Zedernöl, das auf die Haut aufgetragen keinen Reiz darstellt, der die physiologischen Verhältnisse im Kapillarsystem so beeinflusst, daß bei der Beobachtung Fehlschlüsse resultieren könnten. Wird das Abfließen des Einebnungsmittels von der zu untersuchenden Stelle zu bald gestört, so empfiehlt es sich, ein leichtes Deckglas aufzulegen. Für die Beobachtung des Kapillarenverlaufs in der Längsrichtung eignen sich am besten die Kapillaren des Nagelfalzes, da sie fast parallel zur Hautoberfläche verlaufen (Abb. 198). Die Untersuchung wird in diesem Fall erleichtert, wenn man den Finger auf eine kleine, verstellbare Schiene legt, die speziell für diesen Zweck von der Fa. LEITZ geliefert wird.

Grundsätzlich muß bei der Beleuchtung des Objekts bedacht werden, daß die Wärmestrahlen des Lichtes einen Reiz darstellen, der sich auf die natürliche Form der Kapillaren störend auswirkt. Stärkere Lichtquellen sollten deshalb nur in Verbindung mit einer Kühlkuvette Verwendung finden. Für sehr viele Beobachtungen reicht das Licht einer kleinen Glühlampe (4/0,3 V. A.). Bedarf man einer stärkeren Lichtquelle, so empfiehlt sich die Anwendung einer Bogenlampe. Grünfilter ermöglichen durch Kontrastwirkung eine leichtere Beobachtung des roten Blutfadens. ZEISS stellt eine fertige Apparatur her, bestehend aus Bogenlampe, Kühlkuvette, Grünfilter, Sammellinse und Irisblende, desgleichen auch „Mikroskopierglühlampen“ mit Stativ, Blende und Filter.

Zur Untersuchung der Limbuskapillaren kann jedes Mikroskop verwendet werden, das eine 40- bis 60fache Vergrößerung ermöglicht. Die Beleuchtung geschieht dann schräg von oben unter einem Winkel von 45 Grad. JAENSCH hat auch ein Taschenkapillarmikroskop angegeben, das nach Form und Größe einem Füllfederhalter gleicht und mit dem man bei kleinen Vergrößerungen einen Überblick über die Kapillarform gewinnen kann. Will man mit starken Vergrößerungen arbeiten, so ist es zweckmäßig, das heute für Kapillaruntersuchungen meist verwendete Kapillarmikroskop „Ultropak“



der Fa. LEITZ zu benützen. Auch in dem neuen Operationsmikroskop der Fa. ZEISS steht für Untersuchungen am Kapillarsystem ein Hilfsmittel zur Verfügung, welches allen Erfordernissen gerecht wird.

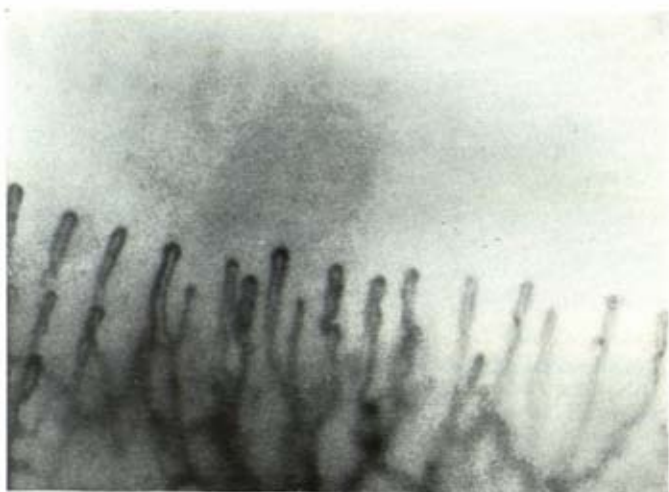


Abb. 198. Nagelfalzkapillaren.

Zur mikroskopischen Untersuchung am toten Objekt spanne man das ca. 1—2 cm große Stückchen Haut auf ein kleines Korkblättchen und lege es in ca. 30 ccm absoluten Alkohol. Am nächsten Tag nehme man es von den Korkblättchen weg und lasse es noch 3—4 Tage in 50 ccm 90<sup>0</sup>/<sub>0</sub>igem Alkohol liegen. Das Hautstück wird hierauf nach der üblichen Methode in Celloidin (oder Paraffin) eingebettet und senkrecht zur Oberfläche geschnitten. Es empfiehlt sich sowohl dickere (20—30) als auch dünnere (5  $\mu$ ) Schnitte anzulegen, die dann ungefärbt untersucht und zuerst mit Alaunkarmin oder Hämotoxylin-Eosin gefärbt werden können. Die Konservierung erfolgt am besten in Xylolbalsam. Um die einzelnen Pigmentkörner erkennen zu können, sind stärkere Trockenlinsen oder besser homogene Immersion zu verwenden.

Zum Studium der Coriumpigmentierung sind auch Flachschnitte sehr geeignet.

### c) Haaruntersuchungen

Behaarte Hautstücke des Kopfes geben gleichzeitig Aufschluß über die einzelnen Bestandteile des Haares und Haarbalges, über Einpflanzung der Haare im Haarboden (Gruppenstellung, Krümmung der Wurzel), über Dicke und Querschnittsform und unter Umständen über den Haarwechsel. Querschnitte müssen genau senkrecht zur Längsachse des Haares angelegt werden, während bei Längsschnitten darauf zu achten ist, daß die Haarbälge möglichst in ihrer Längsachse geschnitten werden. Man kann die Schnitte dann noch mit HANSENSchem Hämatoxylin färben und in Xylolbalsam konservieren. Die Dicke der Haare kann leicht mit einem (z. B. LEITZschen) Okularmikroskop, dessen Teilstreiche je 0,0075 Millimeter entsprechen, gemessen werden.

Man lege sowohl Quer- als Flachschnitte an. Man fixiert die Stückchen behaarter Kopfhaut am besten in ca. 200 ccm einer Lösung von Kalibichromat-Essigsäure während 18—24 Stunden, wäscht sie dann 3 Stunden lang in fließendem Wasser aus und härtet sie in allmählich verstärktem Alkohol.

Die Gruppenstellung der Haare kann auch mit der Lupe an rasierter Leichenhaut studiert werden.

Handelt es sich um das Studium des einzelnen Haares im Hinblick auf seine Schichtung und seinen Pigmentgehalt, so legt man dasselbe in einem Tropfer 0,6%ige Kochsalzlösung auf einen Objektträger und bedeckt es mit einem Deckgläschen. Die Entfernung von anhaftenden Verunreinigungen geschieht mittels Alkohol und Äther.

Schwieriger ist die Herstellung von Haarquerschnitten bzw. von ganzen Querschnittserien. Sie erfordern eine besonders sorgfältige Einbettung, da die Haare als elastische Hornfäden dem schneidenden Mikrotommesser gern ausweichen und sich schief legen.

Die folgende Methode gibt meist gute Resultate: Man legt das trockene Haar zunächst 24 Stunden lang in eine dünne und dann ebenso lange in eine verdickte Celloidinlösung. Hierauf wird ein Tropfen dieser Lösung auf einen Objektträger gebracht, das Haar hineingelegt, mit einem weiteren Tropfen bedeckt und ein zweiter Objektträger aufgedrückt, so daß das Haar in eine Celloidinplatte eingeschlossen wird. Ist das Celloidin erstarrt, so hebt man den Objektträger wieder ab und schneidet so viel Celloidin weg, daß das Haar nur noch von einem 1—2 mm dicken Mantel umgeben ist. Bei spiralig gerollten Haaren muß auch das Celloidin im Innern der Spirale ausgeschnitten werden. Das so eingebettete Haar wird weiter behandelt:

30 Minuten in Chloroform,

1 Stunde in Chloroformparaffin,

30 Minuten in Paraffin I (etwas durch Chloroform verunreinigtes Paraffin),

1 Stunde in Paraffin II (reines Paraffin).

und hierauf 1 Stunde zum Einbetten in den Paraffinofen gebracht. Die Behandlung mit Chloroform und Paraffin sowie das Einbetten soll nicht länger als angegeben ausgedehnt werden.

Der fertige Block wird auf das Mikrotom aufgeklebt und mit geradem Messer geschnitten. Als Schnittdicke, die gute Bänder liefert, empfiehlt sich 15  $\mu$ . Die Schnitte bringt man auf einen gut mit Seifenwasser gereinigten, mit einer Spur Eiweißglyzerin eingeriebenen und mit Aqua dest. befeuchteten Objektträger und legt ihn dann zum Glätten der Schnitte ca. 2 Stunden in den Brutofen. Dann bringt man den Objektträger

für 2 Minuten in Xylol,

für 2 Minuten in Xylol-Alkohol absolutus,

für 1 Minute in Alkohol absolutus,

für 1 Minute in erneuerten Alkohol absolutus,

für 2 Minuten in Xylol-Alkohol absolutus,

für 2 Minuten in Xylol, d. h. bis er wieder ganz klar geworden ist.

Zum Einschließen setzt man einen Tropfen Xylol-Damarfirnis an ein vorher mit Alkohol absolutus gut gereinigtes Deckgläschen und legt dieses sorgfältig auf.

Aus so hergestellten Schnittserien kann ein Haar mittels der Wachmodellierungsmethode in vergrößertem Maßstab rekonstruiert und auf seine Krümmungsverhältnisse und Querschnittsform hin studiert werden.

Zur Bezeichnung der Querschnittsform, die im Verlauf eines einzelnen Haares aber wechseln kann, bediene man sich der Ausdrücke: kreisrund, breitoval, schmaloval, nierenförmig, gebuchtet und kantig. Auch kann aus zwei rechtwinklig aufeinanderstehenden Durchmesser ein Index des Haarquerschnitts berechnet werden.

Ein kurzes, auch die mikroskopische Betrachtung berücksichtigendes Schema zur Untersuchung des menschlichen Haarkleides ist von SALLER (1926) beschrieben worden.

Der Haarträger: Name, Geschlecht, Nummer, Alter, Verwandtschaft (Eltern usw.), Rasse, Pigmentierung des Auges, Pigmentierung der Haut.

Seine Gesamtbehaarung:

Terminalbehaarung, besonders der Brust, des Rückens, der oberen Extremität, der unteren Extremität.

Sekundäre Geschlechtsbehaarung, besonders Schambehaarung, Achselhöhlenbehaarung, Behaarung der Brust, Bart (nach WAKE als Rassenmerkmal zweiter Ordnung).

Die Augenbrauen, besonders bezüglich ihres Konfluierens über der Glabella, ihrer Beziehung zum Kopfhaar an den Schläfen.

Das Kopfhaar, besonders bezüglich seiner Dichte, seiner Anordnung, seiner Wirbelbildung, seines Abschließens gegen den Nacken, seiner Beziehung zu Stirn, Augenbrauen

und Backenbart, wenn irgend möglich auch nach der Art seiner Einpflanzung in die Kopfschwarte, seines Austrittes aus ihr, der Krümmung und der Tiefe des Haarbalges.

**Spezielle Untersuchung** nach Maßgabe der zur Verfügung stehenden Zeit, womöglich aller im vorstehenden einzeln benannter Gruppen, besonders aber der Scham-, Bart-, Augenbrauen- und Kopfhaare, bei sehr auffallenden Abweichungen auch der Brusthaare nach natürlicher Länge, Haarstrich, Fettglanz, Form, Farbe (Hautfarbentafel nach FISCHER-SALLER).

**Mikroskopische Untersuchung** (dazu sind die einzelnen Proben dicht an der Haut zu entnehmen, am Kopf an der Stirnhaargrenze oder der Gegend hinter dem Ohr, bei Frauen an einem Querscheitel zwischen Scheitel und Hinterkopf, wo der Ausfall selbst größerer Haarbündel durch Zurückkämmen der Haare verdeckt werden kann) nach:

Markgehalt, Dicke des gesamten Haares, der Cuticula, des Marks; das Pigment, seine Anordnung in Mark und Rinde (auch Cuticula?), seine Farbe, groß- und klein-förmig, diffus; Gasbläschen; einige Querschnittsbilder und Angabe besonderer Bauverhältnisse (rund, oval, elliptisch, nierenförmig).

## 5. Auge

### a) Augenfarbe

Da eine ursprüngliche Korrelation zwischen Haut-, Haar- und Augenfarbe besteht, muß in diesem Zusammenhang auch der Färbung der Iris gedacht werden. Diese ist in der Nachbarschaft der Pupille (Aureole) selten einheitlich gefärbt, da hier meist mannigfache Farbflecke eingestreut sind. Erst aus einiger Entfernung betrachtet verschwinden diese mehr, und man ist imstande, den Grundton des Auges, der gewöhnlich in der Peripherie am deutlichsten hervortritt, zu beurteilen. Man unterscheidet die folgenden Haupttöne: a) schwarzbraun, b) dunkelbraun, c) braun, d) hellbraun, e) grünlich, f) dunkelgrau, g) hellgrau, h) dunkelblau, i) blau, k) hellblau, l) albinotisch.

Aber auch hier sind die individuellen Abschätzungen sehr verschieden, so daß nur Schemata eine genauere und zuverlässigere Analyse gestatten. Man kann in dieser Hinsicht mit Augenfarbentafeln oder mit Farbphotographien der Iris ar-



Abb. 199. Augenfarbentafel nach MARTIN und SALLER.



beiten. Das letztere Verfahren ist bei Individualuntersuchungen das Gegebene und ersetzt heute die älteren Augenfarben-Tafeln, die sich um die Erfassung möglichst aller Farbnuancen bemüht haben. Solche umfassenden Farbtafeln (BERTILLON, MARTIN, MARTIN-SCHULTZ, SALLER, TISSERAND) sind heute neben der Farbphotographie (wenn sie technisch einwandfrei durchgeführt wird) in den meisten Fällen überflüssig geworden und können ersetzt werden durch eine kleine, aber die häufigst vorkommenden und die Grenztöne enthaltenden Farbtafel, wie sie als Augenfarbentafel von MARTIN-SALLER (mit 8 Farbtönen) im Handel ist (Abb. 199).

Die MARTINSche Augenfarbentafel enthielt 16, die nach MARTIN-SCHULTZ 20 Glas-  
augen, die Farbtafel nach SALLER 40 Augenfarben im Farbdruck, eine ältere von BERTILLON 54, die von TISSERAND 36; in der Farbtafel nach MARTIN-SALLER sind nur noch 8 Glasaugen enthalten. Augenfarbentafeln, die nicht mit Kunstaugen oder Farbphotos bzw. Farbdrucken von Augen arbeiten, sind beim heutigen Stand der Technik nicht mehr als zeitgemäß zu bezeichnen. Bei der Augenfarbentafel nach MARTIN-SALLER sind 8 Kunstaugen in einem Metallkarton entsprechend montiert; die Auswahl der 8 wiedergegebenen Farben stammt aus einem Material von mehreren tausend Beobachtungen und einigen hundert Farbphotographien; die in diesem Material häufigst vorkommenden Töne sind zu der Tafel zusammengestellt worden.

Zur Feststellung der Augenfarbe stellt man das zu beobachtende Individuum in einer Entfernung von 30—50 cm von sich so auf, daß das volle Tageslicht (nicht direkte Sonne) in dessen auf den Beobachter gerichtete Augen fällt. Dann hält man die Farbtafel je nach der vorliegenden Augenfarbe an die rechte oder linke Wange des Individuums und sucht durch Vergleich die passendste Nummer auf. Hierbei ist hauptsächlich auf den Grundton der Iris zu achten, wie er besonders in der peripheren Zone zum Ausdruck kommt; die kleinen Einsprenkelungen der Aureole berücksichtige man nur insoweit, als sie den Grundton beeinflussen. Durch Bezeichnung mit 2 Nummern können auch intermediäre Nuancen angegeben werden. Ferner bezeichnet man, wo es auf noch genauere Untersuchung ankommt, durch einen Strich oberhalb der Nummer einen etwas dunkleren, durch einen Strich unterhalb einen etwas helleren Ton. So ergibt sich die Möglichkeit folgender Charakterisierung:

- Nr. 1 = dunkler als Nr. 1
- Nr. 1 = Vorlage
- Nr. 1 = etwas heller als Nr. 1
- Nr. 1—2 = intermediärer Farbtön
- Nr. 2 = etwas dunkler als Nr. 2
- Nr. 2 = Vorlage
- Nr. 2 = etwas heller als Nr. 2 usw.

Einteilungsschema zu den verschiedenen gebräuchlichen Augenfarbentafeln.

		Augenfarbentafel nach			
		MARTIN	SALLER	MARTIN/SCHULTZ	MARTIN/SALLER
schwarzbraun		Nr. 1			
dunkelbraun		2 und 3	P 1—8	12—16	7—8
braun	braun	4			
hellbraun		5, 6			
grünlich	melirt	7, 8	M 1—22	7—11	5—6 (dunkel)
dunkelgrau	(mischfarbig)	9, 10		3—6	3—4 (hell)
hellgrau		11, 12			
blau	blau/grau	13, 14, 15	S 1—10	1—2b	1—2
hellblau		16			

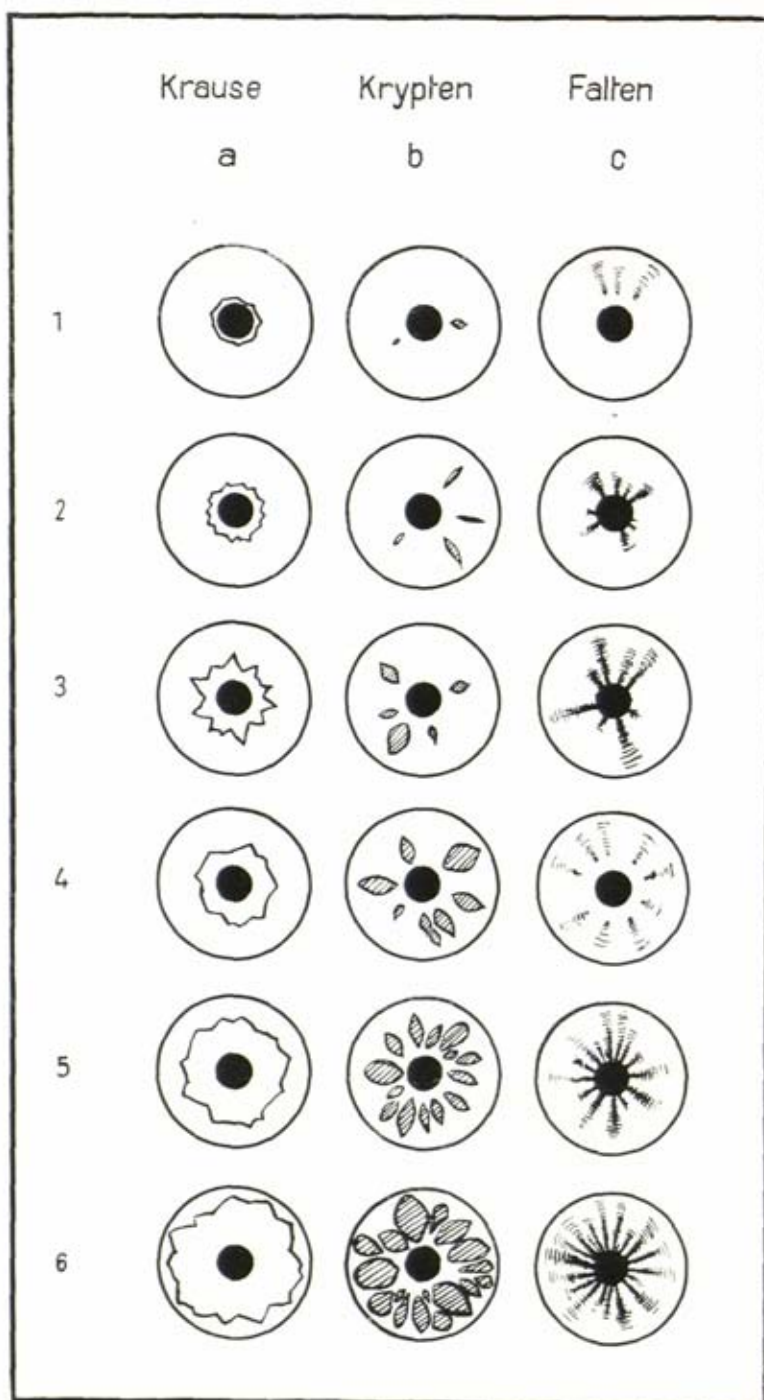


Abb. 200. Schema der Irisstruktur nach ZIEGELMAYER.

Auch die Färbung von Sklera und Konjunktiva kann kurz charakterisiert werden. Für erstere genügt die Unterscheidung in weiß, bläulich und gelblich, die letztere ist meist farblos oder fleckig oder nur im Bereich der geöffneten Lidspalte verfärbt.

#### b) Irisstruktur

Die Irisstruktur kann heute am besten mit Hilfe der Photographie erfaßt werden. Doch sind die dazu notwendigen Geräte (siehe S. 165), ganz abgesehen vom Kostenaufwand, für Arbeiten außerhalb eines Laboratoriums nicht immer zu verwenden. So sind bestimmte Schemata konstruiert worden, zumal von MAGNUSSEN, das dann ZIEGELMAYER modifiziert hat (Abb. 200) und das besser ist als ein älteres Schema von B. K. SCHULTZ u. M. HESCH (1935). Die SCHULTZ-HESCHsche Tafel zeigt 12 Irisbilder (Schwarz-Weiß-Photographien), in die ein individuelles Irisbild jedoch oft schwer eingeordnet werden kann, weil sich die entscheidenden Einzeleigentümlichkeiten aus vielen Vergleichsiriden unterschiedlich kombinieren. Deshalb stellt das ZIEGELMAYERSche Schema die häufigsten Variationen solcher Einzeleigentümlichkeiten nebeneinander; die Charakterisierung eines individuellen Irisstrukturbildes wird dann durch Angabe der Nummern für die Einzeleigentümlichkeiten möglich.

### 6. Sonstige deskriptive Merkmale von Kopf und Gesicht

Die übrigen deskriptiven Merkmale des Kopfes und des Gesichtes werden am besten nach der folgenden Aufstellung beschrieben, die derjenigen des somatologischen Beobachtungsblattes entspricht, und nach den hierzu oder im späteren Text gegebenen Schemata. Die Bedeutung der einzelnen Bezeichnungen ist dadurch leicht verständlich. Näheren Aufschluß geben die entsprechenden Kapitel des somatologischen Teiles.

#### Kopf:

Stirn: Niedrig, hoch; schmal, breit; gerade, mäßig fliehend; stark fliehend; flach gewölbt; voll, kielförmig.

Scheitel: Ganz flach, leicht, mittel, stark gewölbt.

Hinterhaupt: Steil, flach, gewölbt, stark ausladend.

#### Gesicht:

Ganzgesicht: Hoch, mäßig hoch, niedrig; elliptisch, oval, rund, eckig; schmal, mäßig breit, (mit Stirn) breit, sehr breit; nach unten, nach oben zugespitzt; ganz flach, mäßig flach, vorgewölbt, vorspringend, Vogelgesicht.

Wangenbeingegend: Stark, mäßig, vorstehend; mäßig, stark zurückliegend.

Augenspalte: Gerade, schräg, eng, mäßig, weit geschlitzt; spindelförmig, mandelförmig, Mongolenfalte, Epicanthus.

Nase: Wurzel: Schmal, mittel, breit; ganz flach, flach, mäßig hoch, hoch, sehr hoch.

Rücken: Schmal, mittel, breit; stark, leicht konkav, gerade, leicht, stark konvex, wellig, winklig gebogen.

Spitze: Aufwärts, vorwärts, abwärts gerichtet.

Flügel: Dick, dünn; hoch, niedrig; anliegend, mäßig gewölbt, gebläht; durchbohrt, wie oft? rechts: links:

Septum: Lang, kurz; schmal, breit; nach hinten, nach vorne keilförmig verjüngt, sanduhrförmig; nach unten vorragend, hochliegend, durchbohrt.

Löcher: Sehr schmal, schmal, längsoval, schrägoval, rundlich, queroval, breit, sehr breit; klein, groß.

Lochfläche: Horizontal, nach vorn oben, nach hinten oben geneigt.

Integumentallippen: Procheilie: Sehr stark, stark, mäßig leicht, Orthocheilie, Opisthocheilie.

Schleimhautlippen: Dünn, mittel, dick, wulstig; Lippenleiste: Oberrand: Einfacher, zusammengesetzter Bogen.



Mundspalte: Klein, mittel, groß.  
Gaumen: Höhe, Breite, Falten.

Zähne:

Diastemata und Tremata einzeichnen, fehlende Zähne vermerken, kranke, absichtlich entfernte, absichtlich verstümmelte kennzeichnen.

Art der Verstümmelung

Farbe

Ohren: Stellung:

Helix, Anthelix, Tragus, Antitragus, Scapha, Concha, Läppchen.

Noch mehr in Einzelheiten geht die Merkmalsanalyse in dem beigefügten Untersuchungsbogen für Vaterschaftsgutachten.

Zur Beurteilung der Schädelaufsicht hat SERGI ein „tassonomisches“ System aufgestellt, das ursprünglich nur für Untersuchungen von Gräberfunden bestimmt war (vgl. Abb. 249), das sich aber ohne weiteres auch auf die Beurteilung der Kopfformen übertragen läßt. Er unterscheidet folgende Formen: 1. Pentagonoid, 2. ellipsoid, 3. sphenoid, 4. sphäroid, 5. rhomboid, 6. ovoid und 7. birsoid; dazu kommt noch 8. Quadratschädel. Es ist am behaarten Kopf oft schwer, einzelne dieser Formen zu unterscheiden. Unter Zuhilfenahme des Tastsinnes gelingt es jedoch meist, und durch eine gleichzeitige Berücksichtigung des Längen-Breitenindex und des Frontoparietalindex des Kopfes läßt sich das gewonnene Bild konkretisieren.

Für die Profilansicht des Kopfes (Gehirnschädels) sei folgende Einteilung empfohlen:

Hoch	}	spitzförmig	Spitze mehr nach vorn oder hinten verzogen
Nieder			
Hoch	}	kuppelförmig	Kuppel nach vorn oder hinten verzogen
Nieder			
Hoch	}	kubisch	Winkel nur vorn oder hinten ausgesprochen
Nieder			
Hoch	}	elliptisch	
Nieder			

Im einzelnen wird diese Profilansicht besonders bestimmt durch die Form des Hinterhauptes (gerade—gewölbt—stark gewölbt bzw. ausladend), des Scheitels (gewölbt—flach) und der Stirn (gewölbt—flach, hoch—mittel oder nieder, steil—geneigt oder fliehend) und eine Kombination dieser Einzeleigen-tümlichkeiten, von denen gewisse Beziehungen auch zu der Gesichtsbildung und zu Einzelheiten in der Gesichtsbildung (Nasenprofil, Kieferprofil, Kinnprofil) bestehen. Zahlenmäßig ist die Beurteilung der Profilansicht vor allem mit dem Längen-Höhen- und Breiten-Höhenindex des Kopfes in Verbindung zu setzen, durch die auch die Kategorien hoch und nieder in den einzelnen Beobachtungs-klassen bestimmt werden.

Zur Beschreibung des Gesichts bzw. Kopfes in der Frontalansicht hat PÖCH 10 Typen zusammengestellt, die gestatten, die äußeren Umrisse in möglichst präziser Form mit einer kurzen Bezeichnung festzuhalten (Abb. 201). Es sind die 10 folgenden Formen:

- |                    |                           |
|--------------------|---------------------------|
| I. Elliptisch      | VI. Quadratisch           |
| II. Oval           | VII. Rhombisch            |
| III. Verkehrt oval | VIII. Trapezförmig        |
| IV. Rund           | IX. Verkehrt trapezförmig |
| V. Rechteckig      | X. Fünfeckig              |

Diese 10 Grundformen können durch Zwischenformen vermehrt werden. Es kommt bei der Beurteilung der Gesichtsform nach dem Schema vor allem auf den Gesamteindruck an, wobei die Haargrenze oft eine größere Rolle als die obere Begrenzung des Kopfes spielt. Durch Beifügung der Bezeichnungen: niedrig, mittel und hoch kann noch eine feinere Differenzierung erreicht werden. Von Bart- und Haartracht ist natürlich abzusehen (Pöch 1916).

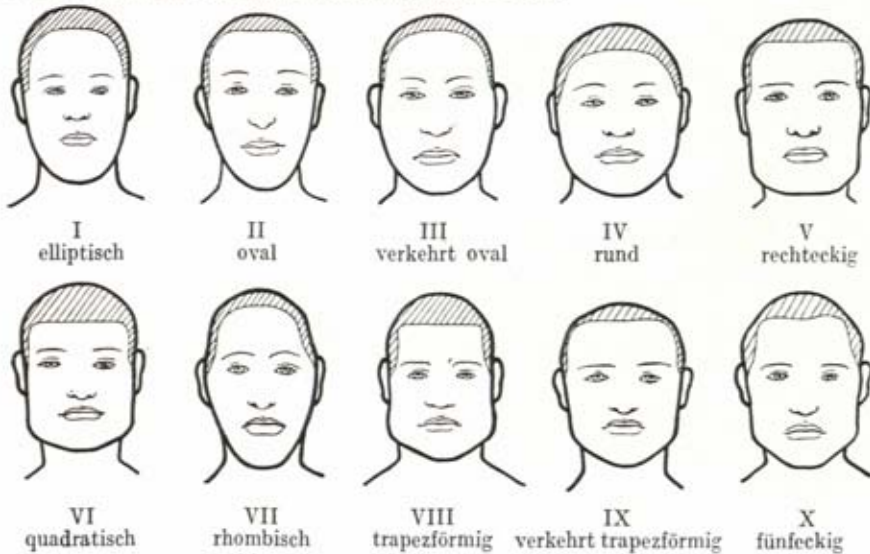


Abb. 201. Gesichtstypenschema nach Pöch.

Das Pöchsche Schema ist von SCHEIDT erweitert worden, entsprechend folgender Gegenüberstellung:

Einteilung nach Pöch	Einteilung nach SCHEIDT
I. Elliptisch	1. Schmal elliptisch
II. Oval	2. Breit elliptisch
III. Verkehrt oval	9. Schmal eiförmig
IV. Rund	10. Breit eiförmig
V. Rechteckig	18. Verkehrt oval
VI. Quadratisch	3. Rund
VII. Rhombisch	7. Rechteckig
VIII. Trapezförmig	8. Quadratisch
IX. Verkehrt trapezförmig	15. Rautenförmig
X. Fünfeckig	19. Trapezförmig
	14. Verkehrt trapezförmig
	4. Fünfeckig
	5. Schmal schildförmig
	6. Breit schildförmig
	11. Sechseckig
	12. Schmal keilförmig
	13. Breit keilförmig
	16. Schmal rautenschildförmig
	17. Breit rautenschildförmig

Auch für die Gesichtsform ist der Gesamteindruck durch Berücksichtigung des physiognomischen und morphologischen Gesichtsindezes sowie Jugofrontal- und Jugomandibularindex zu konkretisieren, vor allem hinsichtlich der Unterscheidung von breit- und schmalförmigen Gesichtern.

SCHEIDT gibt somatoskopisch für seine Gesichtsschemata noch folgende Zusammenfassung der verschiedenen Kategorien:

- I. nach der „Breitförmigkeit“:
  - a) eindrucksmäßig leptosome Gesichter
  - b) eindrucksmäßig euryso me Gesichter
  - c) mittlere: alle übrigen;
- II. nach der „Verrundung“:
  - a) verrundete, kurvige Gesichter
  - b) teilweise kurvige Gesichter
  - c) winklige, „eckige“ Gesichter
- III. nach dem Anteil der Jochbogengegend am Gesichtsumriß:
  - a) ausladende („dominierende“) Jochbogengegend:
    1. verrundet ausladend
    2. winklig vorstehend
  - b) nicht ausladende Jochbogengegend: alle übrigen;
- IV. nach dem Verhältnis der oberen zur unteren Gesichtshälfte:
  - a) „oberbetonte“ Gesichter
  - b) „indifferente“ Gesichter
  - c) „unterbetonte“ Gesichter
- V. nach der Markierung der Unterkieferwinkelgegend:
  - a) markierte Unterkieferwinkel
  - b) nicht markierte Unterkieferwinkel: alle übrigen.

Zur Beurteilung von Einzelheiten teilt man das Gesicht zweckmäßigerweise in verschiedene Regionen ein, nämlich Stirn, die Augengegend, die Nase und die Mund-Kinnpartie. Das Gesichtspröfil kombiniert sich in komplexer und stark variabler Weise aus Stirn-, Nasen- und Kinnabschnitt mit ihren verschiedenen Variationen.

SCHEIDT gibt dazu ein Schema mit Unterscheidung verschiedener Grade der Steilheit, Winkelung und Krümmung, wobei sich die verschiedenen Gesichtsabschnitte dann auch verschieden miteinander kombinieren können.

Für die Stirn ist die Beurteilung als gewölbt oder flach, hoch, mittel oder nieder, steil, geneigt oder fliehend schon bei der Profilansicht des Kopfes gegeben. In der Ansicht von vorn wird es auf die Modellierung der Stirn (Stirnhöcker) sowie auf ihre Breite und Höhe ankommen. Die Breite kann durch das Maß der kleinsten Stirnbreite metrisch fixiert werden. Der Höheneindruck wird nach oben durch die Stirn-Haargrenze, nach unten durch die Augenbrauen bestimmt.

Für die Beschreibung der Stirn-Haargrenze gibt SCHEIDT folgendes Schema:

1. Ohne erkennbaren Haarschwund, gerade.
2. Ohne erkennbaren Haarschwund, bogig zurücktretend.
3. Ohne erkennbaren Haarschwund, bogig hereintretend.
4. Ohne erkennbaren Haarschwund, mit Spitze hereintretend.
5. Ohne erkennbaren Haarschwund, in den spitzen Winkeln zurücktretend.
6. Mit erkennbarem Haarschwund an der ganzen Stirn-Haargrenze.
7. Mit erkennbarem Haarschwund in den Seitenwinkeln.

Auch die Art und Größe einer Glatze und der Zeitpunkt ihres ersten Auftretens sind von Bedeutung.

In der Augenregion sind für die Augenbrauen die Form und Stärke besonders zu betrachten.

Für die Form der Augenbrauen gilt folgende schematische Einteilung (nach SCHEIDT): 1. horizontal, 2. lateralwärts abfallend, 3. medial-horizontal, lateraler Teil abfallend, 4. winklig oder spitzbogig nach oben gezogen, 5. flachbogig, 6. bogig gewölbt.

Für die Dichte der Augenbrauen kann man nach stark (buschig), mittel und schwach einteilen. Außerdem ist auf die Verwachsung (fehlend, leicht verwachsen, stark verwachsen, Räzel) sowie auf eventuelle Ecken, Wirbel und das seitliche Ende der Augenbrauen zu achten.





a) Deckfalte bedeckt den Lidrand ganz



b) Mittlerer Deckfaltenüberhang



c) Sehr schmaler Tarsalteil liegt frei

Form I



a) Lichte, gleichmäßig gebogene Deckfalte



b) Seitlich abfallende Deckfalte



c) Seitlich ansteigende Deckfalte

Form II



Sehr hoher Tarsalteil, niedriger Oberlidraum mit lichter Deckfalte



Form III  
Deckfaltenloses Oberlid



Form IV  
Stark asymmetrische Deckfalte, rechts schwerer

Für die Bildung der Augenlider und der Lidspalte haben R. und H. Pösch ein Schema gegeben. Im allgemeinen genügt für die Stellung der Lidspalte die Beurteilung gerade, seitlich ansteigend und seitlich abfallend, und für die Weite der Lidspalte die Bezeichnung weit, mittel und eng. Für die Form der Lidspalte wird (nach SCHEIDT) unterschieden zwischen 1. halbspindelförmig, 2. spindelförmig, 3. zahnförmig, 4. schiffhutförmig und 5. mandelförmig. Der Oberlidraum ist hoch, mittel oder tief. Die Deckfalte am Oberlid (Abb. 202) (Lidfalte) zeigt komplizierte Bilder, die nach folgenden Kategorien geordnet werden (SCHEIDT): 1. Längs des ganzen oberen Lidrandes, den größten Teil des Lidrandes bedeckend, 2. längs des größten Teiles des oberen Lidrandes, den Lidrand freilassend, 3. den lateralen Teil des oberen Lidrandes bedeckend, 4. längs des lateralen Teiles des oberen Lidrandes, den Lidrand freilassend, 5. keine Deckfalte. Von einem Pfirsichlid spricht LANGE bei einem gleichmäßig fettgepolsterten Oberlid; es ist durch eine starke Fettwucherung im Lidrand ausgezeichnet, so daß vom freien Tarsallid wenig zu sehen ist. Bei einem Keulenlid ist das Fett auf der inneren medialen Seite des Brauenwulstes gering entwickelt, das Keulentarsallid hat dazu einen sehr ausgesprochenen fettfreien Lidrand (Tarsalrand), während beim Tarsallid das Fett vollends geschwunden ist. Besondere Bildungen in diesem Zusammenhang sind der Epicanthus, eine isolierte Hautfalte am inneren Augenwinkel, und die Mongolenfalte, bei der sich eine überhängende Deckfalte vom oberen Augenlid über den inneren Augenwinkel hinweg an die Nasenwurzel hinzieht.

Für die Lider ist noch eine Lidschweifung, oben und unten gesondert, zu beurteilen mit den Kategorien schwach- oder starkgebogen, S-förmig, dabei gleichmäßige oder ungleichmäßige Schweifung. Die Wimpern können lang, mittel oder kurz, dabei dicht oder schütter sein. Schließlich ist noch die Lage des Auges, ob flach- oder tiefliegend, zu beurteilen.

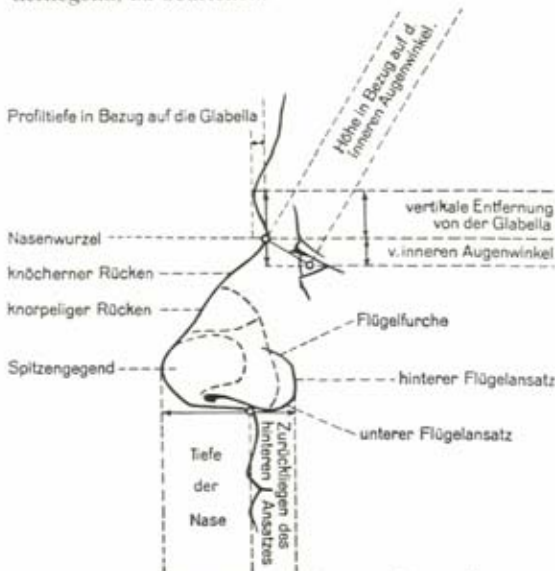


Abb. 203. Schema der knöchernen, knorpeligen und äußeren Nase (nach WENINGER, 1924).

Die Nase gilt als anthropologisch besonders wichtiges Merkmal (Abb. 203) und zeigt tatsächlich in verschiedener Beziehung zahlreiche Variationen. Die Nasenwurzel kann, ohne Rücksicht auf ein unterschiedliches Maß der Breite zwischen den inneren Augenwinkeln, oft aber auch in Zusammenhang mit solchen Unterschieden schmal, mittel oder breit, in der Seitenansicht hoch, mittel oder tief eingesenkt sein. Unabhängig von der Profileinsenkung der Nasenwurzel bzw. in verschiedener Kombination mit ihr ist der Abstand der Nasenwurzel zur Frontaltangente des Augapfels bei Seitenansicht groß, mittel oder klein, d. h.

die Augäpfel liegen weiter nach hinten oder vorn. Für den Nasenrücken ist der knöcherne und knorpelige Teil zu unterscheiden. Im Knochenteil kann der Nasenrücken schmal, mittel oder breit sein, im anschließenden Knorpelteil 1. schmäler als Knochenrücken und Spitze, 2. ebenso breit wie Knochenrücken und Spitze oder gegen die Spitze zu etwas breiter werdend, und 3. gegen Knochenrücken und Spitze seitlich ausladend. In Profilansicht bilden knöcherne und knorpelige Nase zusammen das Rückenprofil, das in seiner Form als stark oder schwach konvex, gerade, wellig, schwach oder stark konkav unterschieden wird (Abb. 204).

SCHEIDT unterscheidet ausführlicher: 1. gerade, 2. gerade mit rund aufgesetztem Spitzenteil, 3. schwach wellig, 4. stark wellig, 5. schwach winkelig konvex, 6. stark winkelig konvex, 7. schwach konvex gebogen, 8. stark konvex gebogen, 9. konvex mit abgewinkeltem Ansatz im Knochenteil, 10. schwach konkav und 11. stark konkav.

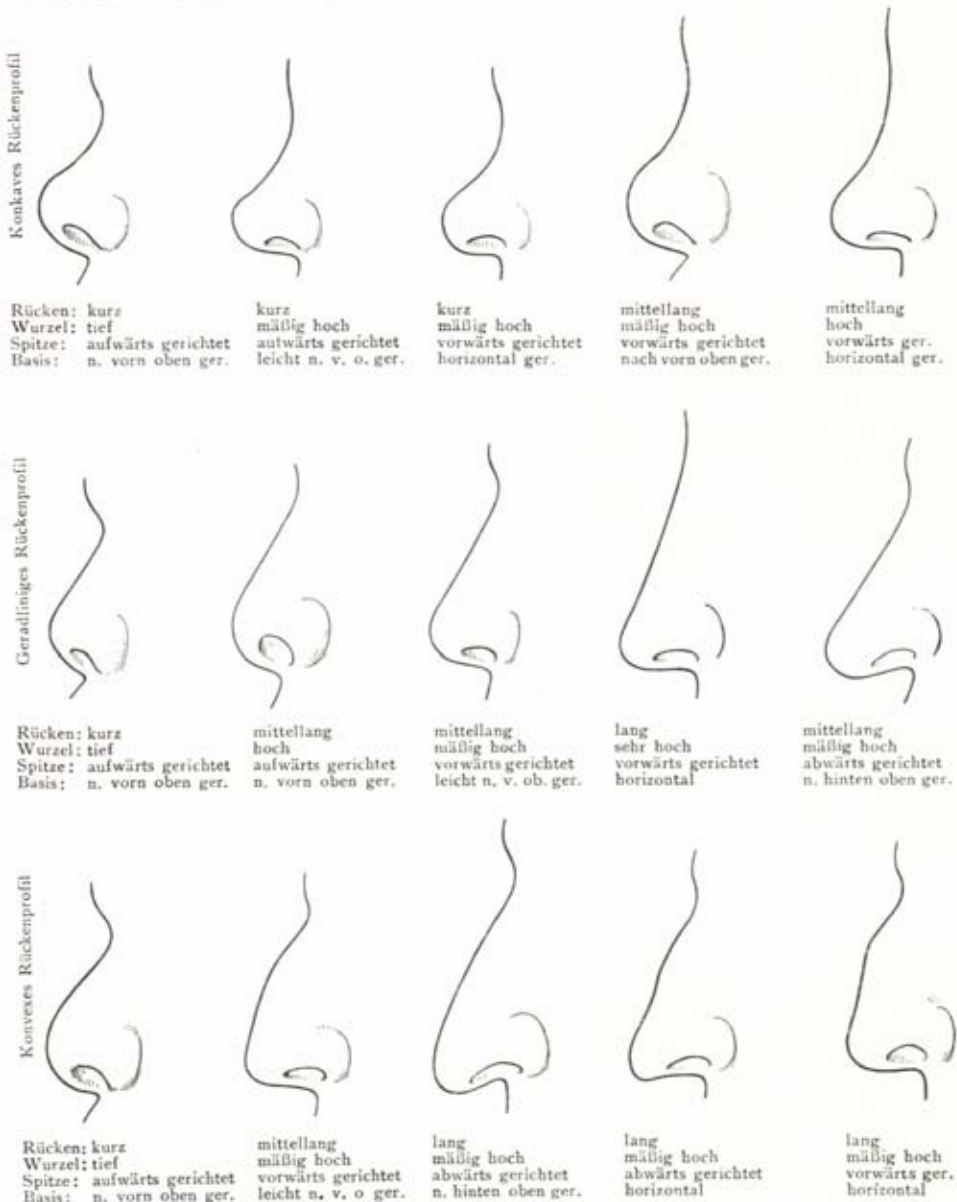


Abb. 204. Schema der Nasenform in der Profilsansicht.

Das Nasenprofil wird besonders bestimmt durch die Stellung der Nasenspitze nach aufwärts, vorwärts oder abwärts, und durch die Nasenspitzenform, die rund, spitz oder klobig, dabei schmal oder breit sein kann (Abb. 205). Die Nase kann von der Lippe weg stark, mittel oder wenig vorspringen, die



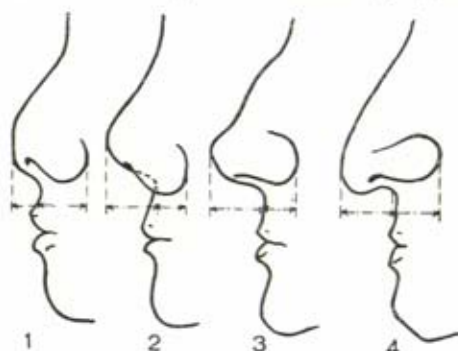


Abb. 205. Profilform der Nasenspitzen-gegend: 1 abgeplattet, 2 abgerundet, 3 eckig, 4 spitzrund. Das Zurückliegen des hinteren Flügelansatzes: 4 um die Länge der Nasentiefe zurückliegend, 2 und 3 weniger zurückliegend, 1 mehr zurückliegend. Der untere Flügelansatz in bezug auf das Septum: 1 und 3 in der Höhe des Septum angesetzt, 4 höher angesetzt, 2 tiefer angesetzt (nach WENIGER, 1924).

Nasenscheidewand ist in Seitenansicht nicht, stark oder schwach sichtbar. Die Seitenwände der Nase können an den Wangenflächen steil, mittel oder flach abfallen, dabei die Nasenflügel anliegend, mäßig gewölbt oder gebläht sein, tiefliegend, mittel oder hochgezogen erscheinen und sich mit einer flachen, ge-

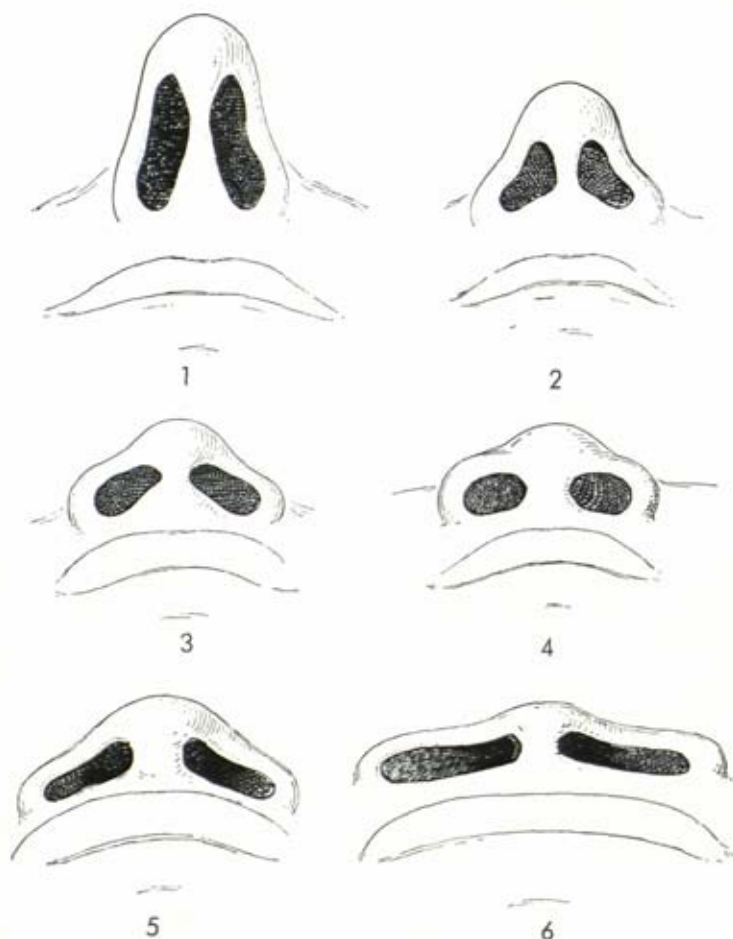


Abb. 206. Schema der Nasenlochfläche (nach TOPINARD).

bogenen oder hochgebogenen Nasenflügelfurche bzw. mit einem Endgrübchen absetzen. Die Nasenflügelunterrandschweifung ist dabei stark oder schwach oder kann überhaupt fehlen (gerade). Die Nasenlöcher (Abb. 206) werden durch diese Konfigurationen in der Aufsicht zum größten Teil oder nur zum Teil sichtbar oder bleiben von vorn unsichtbar. Die verschiedenen Einzelheiten der Nasenbildung können sich zu einer Unzahl von Kombinationen verbinden, aus denen dann das Gesamtbild der Nase resultiert; diese Kombinationen sind in ihrer Gesamtzahl kaum schematisch zu erfassen, alle Schemata können dazu höchstens Ausschnitte vermitteln. Die metrische Grundlage zur Beurteilung der Nase bilden der Index interorbito jugalis, der sagittale Naso facial index, der Nasenindex und der Breiten-Tiefenindex der Nase sowie die Maße, welche diesen Verhältniszahlen zugrunde liegen.

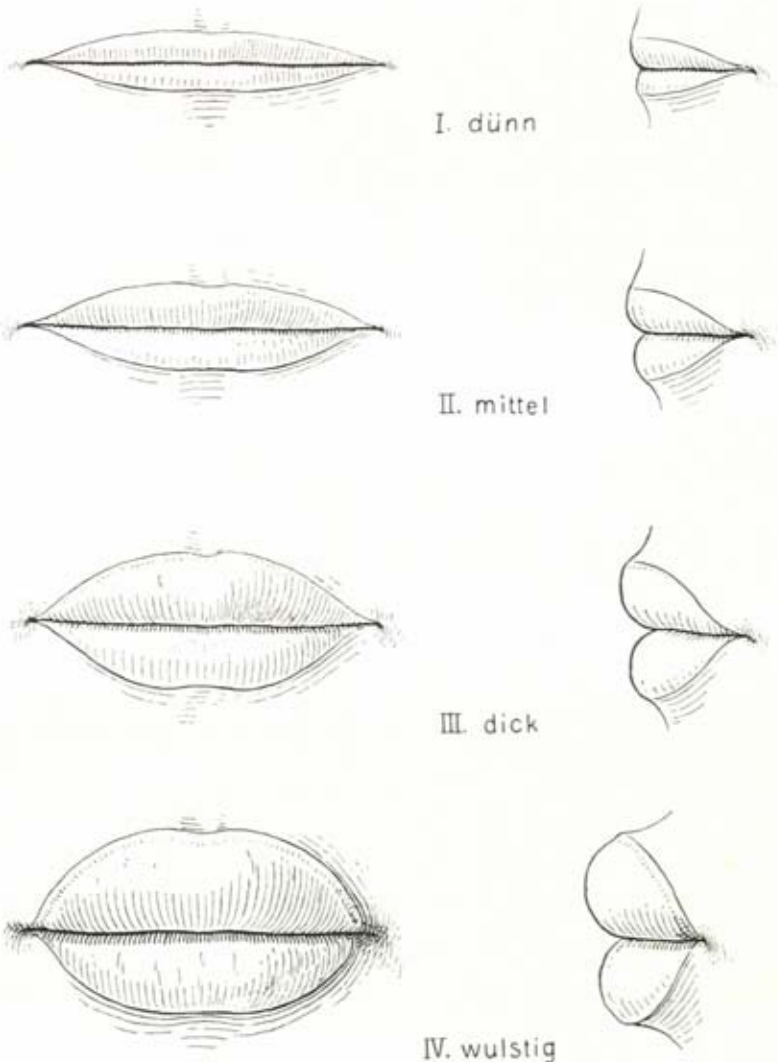


Abb. 207. Schema der Ausbildung der Schleimhautlippen bei gleicher Länge der Mundspalte.

Für die Mund-Kinnpartie, welche zugleich die Wangenpartie mit einbezieht, ist ebenfalls eine Reihe von Merkmalskombinationen zu beachten.

Zunächst sind einige größere Gesichtsfurchen in ihrem Ausbildungsgrad und Verlauf zu berücksichtigen, so nach WENINGER:

1. Die untere Augenhöhlenrandfurche.
2. Die Nasen-Mundfurche (Nasolabialfalte), als scharf, weich oder nicht erkennbar, in ihrem oberen Ansatz vom Nasenflügel oder oberhalb des Nasenflügels abgehend und mit ihrem Ende oberhalb der Höhe des Mundwinkels, am Mundwinkel oder außerhalb des Mundwinkels auslaufend, dabei mit steiler, mittlerer oder schräger Verlaufsrichtung.
3. Die Wangen-Kinnfurche, die scharf, weich oder gar nicht erkennbar sein kann.

Auch die Fülle der Wangen (voll, flach, hohl) bestimmt wesentlich den Gesamteindruck des Gesichts; sie ist im Zusammenhang mit der Fettverteilung am ganzen Körper zu beurteilen.

In der eigentlichen Mund-Kinngegend ist zunächst die Ausbildung der Schleimhautlippen von Bedeutung. Sie findet ihren Ausdruck im Lippenindex, der durch die Bezeichnungen dünn, mittel, dick oder wulstig ergänzt wird (Abb. 207). Auch von einer schmalen, mittleren oder breiten Mundspalte wird rein eindrucksmäßig gesprochen (Abb. 208). Dabei können Schleimhautober-

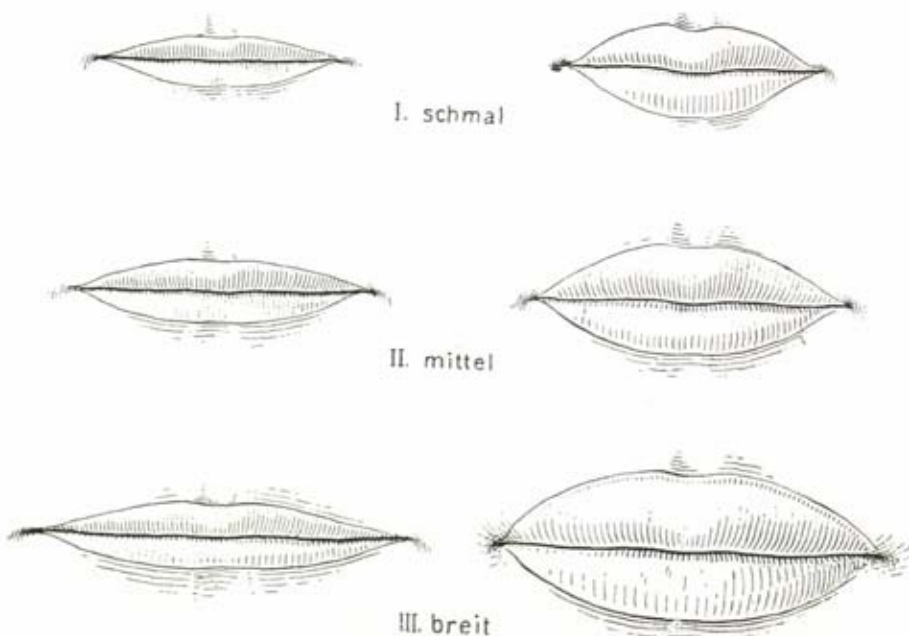


Abb. 208. Schema der Breite der Mundspalte bei verschiedener Höhe der Schleimhautlippen.

lippe wie Schleimhautunterlippe dünn, mittel oder dick sein und sich mit starker, mittlerer oder schwacher Schweifung von der Hautlippe absetzen. Bei den Hautlippen wird die Hautoberlippe als lang, mittel oder kurz unterschieden, bei Seitenansicht ungefähr in der Nasenwinkel-Kinnlinie liegend, hinter sie zurücktretend oder vor sie vorspringend, in ihrer Wölbung gerade, konvex oder konkav. Sie zeigt ein stark, mittel oder schwach ausgeprägtes Philtrum, das dreieckig, viereckig oder tropfenförmig aussieht. Auch Spaltbildungen (sogenannte Hasenscharten) können im Bereich der Oberlippe auftreten, und in ihrem Zusam-



menhang kann das Gesamtgesicht besondere Prägung aufweisen. Die *Hautunterlippe* erstreckt sich von der Schleimhautgrenze bis zur Unterlippen-Kinn-Furche. Die Lage dieser *Mundlippen-Kinn-Furche* kann hoch, mittel oder tief, die Hautunterlippe dementsprechend kurz, mittel oder lang ausgebildet sein. Die Furche selbst ist tief, mittel oder schwach eingeschnitten, scharf, weich oder fehlend. Die *Profillinie des Kinns* wird im Zusammenspiel von Unterlippe und Kinn bestimmt als (nach SCHEIDT) 1. gerade oder ganz wenig konkav, 2. konvex, 3. mäßig konkav, 4. stark konkav, 5. „hängende“ Unterlippe.

Das *Kinn* als solches variiert in seiner Form zwischen schmal und breit, hoch und niedrig, eckig, elliptisch und rund.

SCHEIDT hat dafür folgende Kategorien gegeben: 1. schmal-flach-eckig, 2. breit-flach-eckig, 3. schmal-hoch-eckig, 4. breit-hoch-eckig, 5. schmal-hoch-elliptisch, 6. breit-elliptisch und 7. rund (kreisbogenförmig).

In der Seitenansicht wird ein vorspringendes, gerades oder fliehendes Kinn unterschieden. Schließlich ist beim Kinn auch noch das Vorhandensein von Kinngrübchen oder senkrechten Kinnfurchen zu vermerken.

Bei der somatoskopischen Beurteilung der *Mundhöhle* ist zunächst der *Gaum* von Bedeutung, der die verschiedenartigsten Formen aufweisen kann. Variationen der Gaumenform treten sowohl in der Längen- und Breitenausdehnung als auch in der Höhe auf. Die Breitenausdehnung, vor allem im Frontzahn- und Prämolarenbereich, ist stärker umweltbeeinflusst als die Längenausdehnung (KORKHAUS). Eine durch Kieferkompression bedingte geringe Gaumenbreite geht meist auch mit einer größeren Gaumenhöhe einher, der breite Gaumen ist häufig flacher. Der Gaumen kann im ganzen fast horizontal liegen, er kann aber auch nach hinten leicht ansteigen. Die verschiedenen Formen der seitlichen Begrenzung des Gaumens entsprechen etwa denen des Zahnbogenverlaufes (siehe dort). Schließlich sind noch die *Gaumenfalten* zu berücksichtigen, die in Zahl, Ausprägungsgrad und Verlauf variieren können. Für den Menschen werden Zahlen von 2—7 Leisten angegeben (HENCKEL, LOCCHI, MURAKAMI, WELDT). Ihrem Ausprägungsgrad nach können die Falten einerseits bis zu 2 mm hoch und breit sein und andererseits als eine metrisch nicht mehr faßbare Rauigkeit auftreten (KLENKE). Von vorne nach hinten nehmen die Leisten gewöhnlich an Höhe und Breite ab (RETZIUS). Der Verlauf der Falten ist im allgemeinen in den vorderen Abschnitten regelmäßiger als am hinteren Ende des Leistenfeldes; distal zeigen die einzelnen Leisten oft Verzweigungen (KLENKE).

Auch die *Zunge* soll berücksichtigt werden, sie kann groß oder klein sein, spitz auslaufend oder mehr rund begrenzt sein; ihre Längs- und Querfurchen zeigen in Zahl, Ausprägungsgrad und Lage zahlreiche Variationen.

Schließlich spielen somatoskopische Beobachtungen an den *Ohren* hinsichtlich vieler Einzelheiten noch eine erhebliche Rolle (Abb. 209). Zunächst ist die *Ausbildung des Warzenfortsatzes* hinter dem Ohr als stark, mittel oder schwach zu beurteilen, d. h. die Gegend hinter dem Ohr ist hervorgewölbt oder mehr oder weniger eingefallen. Dann muß die *Ohrstellung am Kopf* beachtet werden, sie wird von vorn als anliegend, mittel oder abstehend bezeichnet. Die *Ohrlage am Kopf* von der Seite, von vorn oder hinten ist hoch, mittel oder tief. Auch die Frage, wie der Ohrteil über dem Ohreingang proportioniert ist zu dem Ohrteil unter dem Ohreingang, kann von Bedeutung sein. Die Ohrlage am Kopf bestimmt in solchen Zusammenhängen zugleich die *Ausbildung der Ohrhöhle des Kopfes*. Über die *Ohrgröße* in ihrer Gesamtheit und die *Ohrform* im ganzen geben die physiognomische Ohrlänge und Ohrbreite sowie der *Ohrindex* Auskunft. Nach seiner *Formprägung* im ganzen wird am Ohr

das Relief als flach oder stark ausgeprägt bezeichnet. Im einzelnen sind an der Helix Randbreite, Einrollungsart (vgl. Abb. 211) und Grad der Einrollung zu beurteilen, die Randbreite als breit, mittel oder schmal, als dünn oder bandförmig, die Einrollungsart als gleichmäßig oder ungleichmäßig und der Grad der Einrollung als stark, mittel oder schwach. Besonders zu beachten ist im Bereich des Helix das

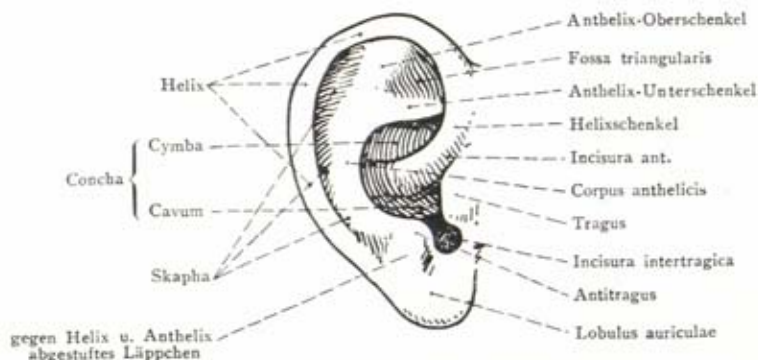


Abb. 209. Schema der Ohrmuschel (nach WENINGER).

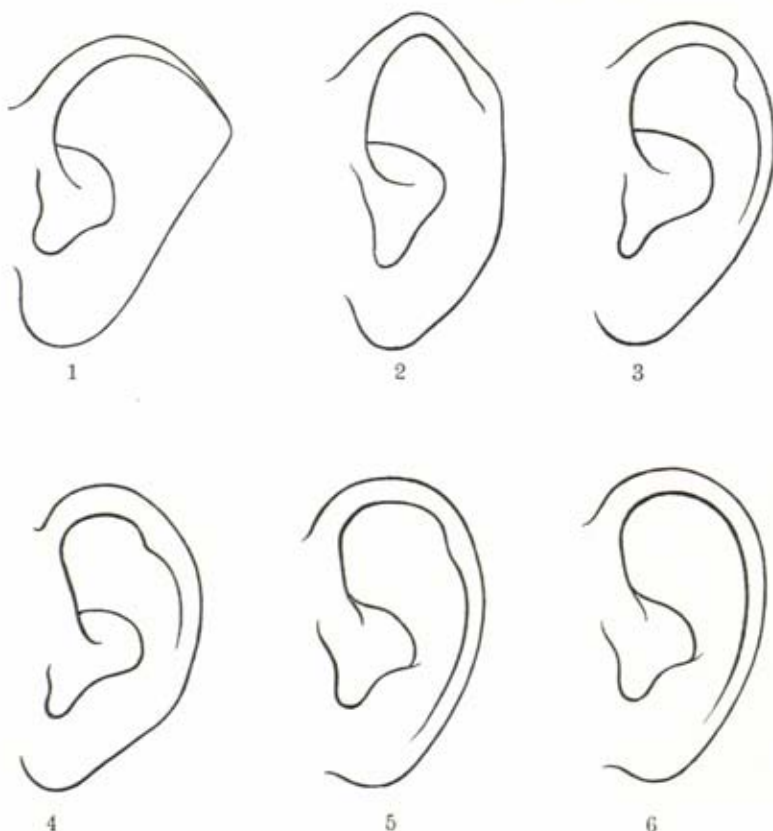


Abb. 210. Schema der Ausbildung der DARWINschen Ohrspitze (n. SCHWALBE).  
1 Macacus-Form, 2 Cereopithecus-Form, 3 Ohrspitze scharf, 4 Ohrspitze abgerundet,  
5 Ohrspitze angedeutet, 6 Ohrspitze fehlt.

Auftreten einer Ohrspitze (DARWINSche Spitze) (Abb. 210); auch krankhafte Einlagerungen (bei Gicht) können am Ohr besonders deutlich hervortreten. Für den Helixursprung (Helixschenkel) ist sein Abgang vorn oder hinten in waagerechter oder in schräger Lage zu beurteilen. An der Anthelix wird die Rundung als stark, mittel oder schwach bezeichnet bzw. es ist ein Knick vorhanden, das Querprofil ist gewölbt oder flach, der Anthelix geht in verschiedener Weise aus in einem Ober- und Unterschenkel. Der Übergang in den Antitragus kann gleichmäßig, stark, schwach oder winkelig erfolgen. Ein Vergleich zwischen Helix und Anthelix kann den einen oder den anderen als schmaler oder breiter oder beide als gleich ausweisen, ebenso kann der Helix oder Anthelix herausragen bzw. beide können gleich sein. Antitragus und Tragus sind nach Größe (groß, mittel, klein), Form (länglich, rundlich, knopfförmig) und Höckerbildung (ein-, zweihöckerig) zu beurteilen. Die Scapha wird nach ihrer Breite in breit, mittel, schmal, nach der Tiefe in flach, mittel, tief eingeteilt; sie kann sich zum Ohr läppchen fortsetzen oder nicht, auch in einer Endgrube enden. Die Incisura intertragica hat U-, V- oder Hufeisenform, sie ist breit oder schmal, lang oder kurz. Die Concha wird als breit oder schmal, hoch oder niedrig bezeichnet. Endlich ist noch das Ohr läppchen (Abb. 211) mit seinem Übergang in die Helix als gleichmäßig, abgesetzt oder wulstig, nach seiner Länge als lang, mittel oder kurz, nach der Form als zungen-, viertelkreisförmig, dreieckig, viereckig, bogig zu bezeichnen, nach der Dicke als dick, dünn oder runzelig, nach der Verwachsung als frei, ein Viertel, ein Halb, ein Drittel, zwei Drittel, drei Viertel oder völlig angewachsen, schließlich in seiner Drehung zur Ohrebene als gleich, als stark oder als schmal hervortretend zu bezeichnen.

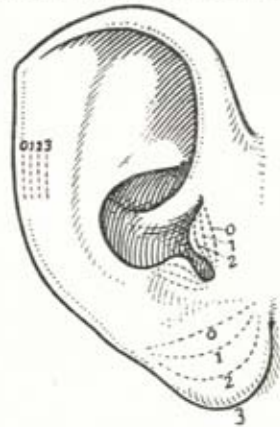


Abb. 211. Ohrschemata (nach Keith). Die eingetragenen Zahlen geben die verschiedenen Grade der Einrollung des Helixrandes, der Entwicklung von Tragus und Antitragus und der Ausbildung des Ohr läppchens an.

## 7. Zähne

Die somatologische Untersuchung erfordert auch eine Berücksichtigung der Zähne und des Gebisses. Zu unterscheiden ist natürlich Milchgebiß und Dauergebiß. Man wird zunächst unter genauer Angabe des individuellen Alters die Anzahl der durchgebrochenen Zähne feststellen, wozu die folgende Vorlage sich am besten eignet:

R.	$m^3$	$m^2$	$m^1$	$p^2$	$p^1$	$c$	$i^2$	$i^1$	$i^1$	$i^2$	$c$	$p^1$	$p^2$	$m^1$	$m^2$	$m^3$	L.
	$m_3$	$m_2$	$m_1$	$p_2$	$p_1$	$c$	$i_2$	$i_1$	$i_1$	$i_2$	$c$	$p_1$	$p_2$	$m_1$	$m_2$	$m_3$	

Einzelzähne bezeichnet man nach dem Vorschlag REMANES, der für die Zähne des Oberkiefers dem durch einen Buchstaben bezeichneten Zahn die Zahl oben zufügt, also z. B.  $m^2$  = zweiter Molar des Oberkiefers, für den betreffenden Zahn im Unterkiefer die Zahl unten anschreibt ( $m_2$ ).

Das angegebene Schema ist sowohl für Kinder als auch für Erwachsene, sowie auch für Individuen, die im Zahnwechsel begriffen sind, zu verwenden. Man beginne die Beobachtung in der Mediansagittal-Ebene und untersuche von ihr aus nach links und rechts, zuerst im Ober-, dann im Unterkiefer. Jeder durchgebrochene Zahn wird im Schema unterstrichen; bereits wieder ausgefallene oder verlorengegangene Zähne werden durchgestrichen, kranke mit einem Haken (✓) versehen.



Diastemata (= Lücke zwischen  $I_1$  und C im Oberkiefer und zwischen C und  $P_1$  im Unterkiefer) und Tremata (= Lücke zwischen den beiden  $I_1$  sup.) kann man durch senkrechte Striche markieren. Ein eventuelles Vorkommen überzähliger Zähne kann an der betreffenden Stelle in der normalen Reihe vermerkt werden.

Man beachte, daß die Körperseiten so einzutragen sind, wie sie dem Beobachter erscheinen, also die rechte Zahnreihe des Individuums links vom Mittelstrich des Schemas.

Der Alveolarfortsatz kann auch reichlich groß oder zu klein für die vorhandenen Zähne sein; in letzterem Fall treten Rententionen und Stellungsanomalien auf.

Man unterscheidet ferner folgende Artikulationsformen des Bisses:

1. Labidontie (auch Orthogonie oder Aufbiß) = die Schneidekanten der Incisiven treffen aufeinander; die Abschleifung ist horizontal.
2. Psalidodontie (Vorbiß, Scherenbiß) = die Schneidezähne der Oberkiefer überragen ein wenig diejenigen des Unterkiefers; die Abschleifungsflächen sind schräg von hinten oben nach unten gerichtet.
3. Stegodontie = die unteren Incisiven werden von den oberen flach vorspringenden dachförmig überdeckt.
4. Opisthodontie = starke Verkürzung des Unterkiefers, so daß die unteren Incisiven 2–10 mm hinter den oberen zurückstehen, ohne von ihnen überdeckt zu werden.
5. Hiatoridontie = zwischen den oberen und unteren Schneidezähnen bleibt auch bei vollständigem Kieferschluß ein oft bis zum I. Prämolare laufender offener Spalt, d. h. die Incisiven berühren sich nicht.

Ein Vorstehen der unteren Schneidezähne vor die oberen wird fälschlich als Progenie bezeichnet. Richtig ist die Bezeichnung mandibulare Prodentie.

Die Form des Zahnbogens kann sehr verschieden sein und zeigt meist einen direkten Zusammenhang mit der Form des Alveolarfortsatzes der Kiefer. Man unterscheidet einen gleichmäßig halbkreisförmig gerundeten, einen halb-elliptischen, einen parabolischen und einen winkelig gebrochenen Zahnbogen. In letzterem Fall liegt die Abknickung in der Gegend der Eckzähne. Die breiteste Ausladung zeigt der Zahnbogen gewöhnlich im Niveau des  $M_2$  und  $M_3$ . Erwähnungswert ist es, wenn die drei Molaren geradlinig hintereinander liegen.

Nicht immer passen die Zahnbogen beider Kiefer aufeinander; gewöhnlich ist der obere etwas mehr ausgeladen. Am besten läßt sich dies an der Art der Abschleifungen erkennen. Die Form der letzteren kann eine horizontale (Typus I) oder eine schiefe (Typus II und III) sein. In letzterem Fall ist am häufigsten die Usur von innen oben nach außen unten (Typus II). Meist sind die abgeschliffenen Flächen plan, doch kommt gelegentlich eine tellerförmige, d. h. in der Mitte vertiefte Usur des einzelnen Zahnes vor. Für den Grad der Abnutzung sind folgende 5 Stufen vorgesehen:

- 0 = keine Abnutzung,
- 1 = Schmelz angeschliffen, jedoch Höcker noch deutlich,
- 2 = an einzelnen Stellen liegt das dunklere Zahnbein frei,
- 3 = der ganze Schmelz der Kaufläche ist abgeschliffen,
- 4 = die Krone ist bis nahe zum Wurzelhals usuriert.

Eine Statistik über die Häufigkeit der Zahnkaries erfordert die genaue Untersuchung der Zähne. Man kann, wie oben angegeben, die kariösen Zähne im Schema durch einen Haken bezeichnen. Die Eröffnung der Pulpahöhle ist für den Grad der Abnutzung weniger von Interesse, weil diese in der Regel mit fortschreitender Abschleifung des Zahnes durch Ersatzdentin ausgefüllt wird.

Bemerkenswert sind schließlich auch die vielfach geübten künstlichen Zahnverstümmelungen. Es empfiehlt sich, absichtlich entfernte oder abgebrochene Zähne im Schema zu umkreisen, absichtlich verstümmelte einzuklammern. Am häufigsten findet sich labiale Feilung, Spitzenfeilung in mannigfachen Formen oder labiale Plombierung und Inkrustierung der Incisiven und gelegentlich auch der Caninen; seltener ist künstliche Prodentie.

Die Größe der einzelnen Zähne kann durch die Termini sehr groß, groß, mittel, klein, sehr klein annähernd charakterisiert werden, wobei die mittlere Größe der Europäerzähne als Ausgangspunkt dient. Am wichtigsten ist die Feststellung der Größe und des Ausbildungsgrades (Atrophie, Hypoplasie, Retention, vorzeitiger Ausfall und Ektopie) der 3 Molaren. Genaue Resultate gibt aber nur die Messung (vgl. die kranio-metrische Technik).

Die Ausbildung der Höcker und der Kaufläche der Molaren muß für jeden einzelnen Zahn durch Abzählen festgestellt werden. Man unterscheidet einen drei-, vier- und fünfhöckerigen Typus. Bei den Prämolaren kann auch der Übergang des zwei- zum drei- bzw. einhöckerigen Typus durch Bruchzahlen ( $\frac{2}{3}$  bzw.  $\frac{2}{1}$ ) angegeben werden. Der Typus  $\frac{2}{1}$  zeigt an, daß der Innenhöcker nur noch als kleines Höckerchen vorhanden ist. Über weitere, an den Zähnen beachtenswerte Merkmale (CARABELLIS Höckerchen und Grübchen, interstitielle und akzessorische Höcker, Furchen und Runzelbildungen usw.) vergleiche den kranio-logischen Abschnitt.

Zur Bestimmung der Zahnfarben ist eine Reihe von Farbringen im Brauch. Am günstigsten erscheint der Vita-Farbring, deshalb, weil er sich durch eine besonders feine Abstufung in den hellen und mittleren Farbtönen auszeichnet. Dadurch ergeben sich gute Vergleichsmöglichkeiten mit den Farbtönen der natürlichen Zähne.

Der Vita-Farbring enthält 24 Farbtöne, die zu je 4 verschiedenen Farbgruppen zusammengestellt sind:

1. Gruppe: Farbe 2—12, gelblich-bräunlich,
2. Gruppe: Farbe 14—17, rötlich-gelblich,
3. Gruppe: Farbe 18—24, gelblich bis bläulich,
4. Gruppe: Farbe 61—64, grau-graubraun.

Dem Höherwerden der Farbnummern auf dem Farbring entspricht also nicht auch tatsächlich ein Dunklerwerden der Farbe. In den vier einzelnen Farbgruppen stellen immer die ersten Zahlen einen helleren Farbton dar, der dann bis zur dunkelsten Farbe in der bestimmten Farbgruppe geht (z. B. bei Gruppe gelblich-bräunlich ist Nummer 2, 3, 4, 5 hell, 6, 7, 8 mittel, 9, 10 dunkler, 11, 12 dunkel. Rötlich-Gelblich Nr. 14, 15 wieder hell usw.).

## 8. Deskriptive Merkmale von Rumpf und Extremitäten

Was die deskriptiven Merkmale des Rumpfes und der Extremitäten anbelangt, so wird man sich bei allgemeinen Erhebungen auf die wichtigsten Merkmale beschränken müssen.

### a) Körperliche Haltung

Für die körperliche Haltung ist ein Schema mit 4 Typen aufgestellt worden (LLOYD T. BROWN) (Abb. 212), von straffer Haltung bis zum Haltungsverfall gehend. Ein solcher Haltungsverfall mit Abflachung der Atmung, Vorhängen des Bauches (Schmerbauch), Durchkrümmung der Wirbelsäule bei Abnützung der Zwischenwirbelsäule und Verlust der Gelenkbänder an Elastizität und Dehnbarkeit, dementsprechend auch Verlust an Beweglichkeit ist eine Alterserscheinung, kann aber, vor allem bei bindegewebsschwachen Individuen, auch schon früher auftreten. Man beurteilt den Haltungstypus aus 2 m Entfernung, wobei der Proband

in ungezwungener Haltung seine linke Körperhälfte im Profil dem Untersucher zuwendet.

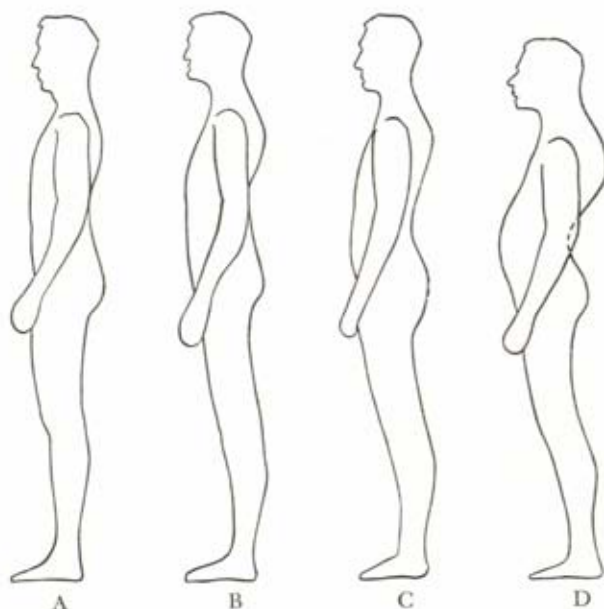


Abb. 212. Haltungstypen junger Männer (nach BROWN).

Typus A. Bester Haltungstypus: Kopf-, Rumpf- und Beinachse liegen in derselben Geraden, der Brustkorb ist hochgezogen, gut gewölbt, der Bauch eingezogen oder flach, die Rückenkurve mäßig ausgebildet.

Typus B. Die Körperhaltung ist leicht in drei Teilstücke abgeknickt, Kopf- und Beinabschnitt sind etwas nach vorn, Rumpfabschnitt nach hinten geneigt. Der Kopf wird etwas nach vorn genommen, die Brust ist nicht mehr so hoch und gut gewölbt wie bei A, die Rückenkurve tritt stärker hervor.

Typus C. Die Abweichungen von der besten Haltung (A) sind in der bei B schon angedeuteten Richtung noch stärker ausgeprägt. Die Brust ist flach, die vordere Bauchwand erschlafft und vorgewölbt, die Lendenlordose stark ausgesprochen, die Beinachse deutlicher nach vorn geneigt.

Typus D. Schlechtester Haltungstypus: Der Kopf ist stark nach vorn geneigt, über die Brust vorstehend, das Abdomen schlaff und stark vorgewölbt. Es besteht eine starke Brustkyphose und Lendenlordose.

## b) Einzelne Gewebe

Mit der Entwicklung einzelner Gewebe befaßt sich die Frage nach der Ausbildung von Fettgewebe, Muskulatur und Knochen, an welcher letztere auch gewisse Gelenkformungen anzuschließen sind, schließlich der Lymphdrüsen.

a) Unterhautfettgewebe. Für das Unterhautfettgewebe werden die Gruppen 1. sehr fett, 2. fett, 3. normalfett, 4. mager und 5. sehr mager unterschieden. Eine metrisch exakte Einteilung ist dabei nach dem Maß der Fettschicht neben dem Nabel möglich (vgl. Maß Nr. 71 (2)). Nach der einfachen Gewichtsbestimmung ist eine Beurteilung nicht zuverlässig zu treffen, da das Gewicht in starkem Maß doch auch vom Knochengewicht bestimmt wird, zumal bei mageren Individuen. Immerhin wird man, im Vergleich mit dem Normalgewicht ihrer Körpergrößengruppe, Individuen mit einem Übergewicht von 5—20% als fett, darüber als sehr fett, und solche mit einem Untergewicht von 5—20% als mager, darunter als sehr mager bezeichnen können. Bei einer umfassenderen Beurteilung ist auch



zu berücksichtigen, daß die Fettablagerung keineswegs an allen Stellen gleich ist. Für Unterschiede der Fettablagerungen kommen hauptsächlich folgende Körpergegenden in Frage (BRUGSCH): 1. Wangen, 2. Unterkinn-Gegend, 3. Hals, 4. Nacken, 5. Schultern, 6. Oberarm, 7. Unterarm, 8. Handrücken, 9. Finger, 10. Brüste, 11. Oberbauch, 12. Mittelbauch, 13. Unterbauch, 14. Lendengegend, 15. Rücken in der Gegend der Schulterblätter, 16. der übrige Teil des Rückens, 17. Gesäßgegend, 18. Oberschenkel, 19. Unterschenkel und 20. Fußrücken. Insbesondere bestehen auch deutliche Geschlechtsunterschiede gerade in der Fettverteilung, wobei nicht selten bei Männern auch ein weiblicher Fettverteilungstypus vorkommt, mit besonderer Fettablagerung an Brust, Bauch und Gesäß. Bei Eunuchen und Eunuchoiden gleicht die Fettverteilung besonders der weiblichen. Im Alter setzt sich das Fett bei Frauen besonders an Unterkinn, Nackengegend, Oberbauch und Gesäß an, bei den Männern hauptsächlich auf dem Leib, der damit gegen die gleichbleibenden Beine immer mehr absticht. Doch beruht der Schmerbauch des Alters nicht allein auf einer Fettablagerung, sondern meist zugleich auf einer Erschlaffung der Bauchdecken (Neigung zu Leistenbrüchen), so daß sich der Altersbauch von dem Fettbauch der Jugendlichen in seiner ganzen Form deutlich unterscheidet (vgl. Schema Abb. 219). Andere von bestimmten innersekretorischen Faktoren bedingte Unterschiede der Fettverteilung zeigt das Myxödem, die Dystrophia adiposogenitalis (FRÖHLICH) und der Morbus CUSHING mit seinem Gegenstück, der SIMMONDSSchen Kachexie. Nach der Fettablagerung in bestimmten Regionen wird der Fettsteiß (Steatopygie) unterschieden (das wesentliche der Steatopygie ist ein Fettkörper über der Crista iliaca, der mit seiner Hauptmasse in der Mitte des Gesäßes über dem Muculus glutaeus maximus liegt und bis zu den Trochanteren reicht; er findet sich besonders bei Hottentotten), die Hammelkeulenarme (mit besonderen Fettablagerungen an den Schultern) und der Reithosentypus (J. BAUER), wie der Fettsteiß besonders bei Frauen.

β) Muskulatur. Für die Ausbildung der Muskulatur werden 6 Klassen unterschieden, 1. sehr kräftig (athletisch), 2. kräftig, 3. gut, 4. mittel, 5. schwach, 6. sehr schwach. Dabei betrifft der Begriff athletisch jedoch nicht nur die Muskelentwicklung, sondern auch diejenige der Knochenstruktur und des Gesamthabitus. Ein metrisches Maß für die Entwicklung der Muskulatur ist der Oberarmumfang in seiner Differenz zwischen Beugung und Streckung. Die anderen Extremitätenumfänge sind weniger eindrucksvoll und auch weniger zuverlässig, da sie ebenso von der Fettentwicklung wie von der Ausbildung der Muskulatur bestimmt sein können. Für das Relief der Muskulatur wird unterschieden 1. stark hervortretend, 2. mittel hervortretend und 3. schwach hervortretend. Der Tonus der Muskulatur wird bezeichnet als 1. hypertonisch, 2. normal-tonisch und 3. hypotonisch. Eine physiologische Methode zur Bestimmung der Muskelkraft stellt das Dynamometerprinzip dar.

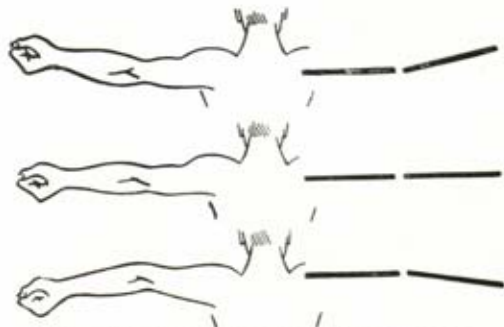


Abb. 213. Streckbarkeit im Ellbogengelenk (nach VANNIER).

γ) Knochen. Die Knochenbildung schwankt zwischen den Extremen robust und grazil bei normaler Mittelbildung. Sie kann metrisch vor allem beurteilt werden nach dem kleinsten Unterarmumfang und der unteren Radioulnarbreite sowie nach dem kleinsten Unterschenkelumfang. Für die Streckbarkeit bzw. Über-

streckbarkeit der Gelenke gibt VANNIER eine schematische Darstellung (Abb. 213), nach der man von hyper- und hypoflexiblen Gelenken neben orthoflexiblen sprechen kann; Hyperflexibilität soll besonders das weibliche Geschlecht auszeichnen. Im übrigen bestehen hinsichtlich der Knochenbildung noch besondere Möglichkeiten zu einer Ergänzung des Untersuchungsbefundes durch das Röntgenverfahren.

δ) **Lymphdrüsen.** Die Entwicklung der Lymphdrüsen ist vor allem in Achselhöhle, Leistenbeugen, Ellenbeugen und anderswo zu beobachten. Besondere Bedeutung hat im Rahmen des lymphatischen Systems die Entwicklung der Gaumenmandeln (stark, mittel, flach, vorspringend, verdeckt, glatt, zerklüftet, fehlend), eine eventuelle Tastbarkeit der Milz und (röntgenologisch) die Größenentwicklung der Thymusdrüse.

#### c) Hals

Der Hals wird als lang, mittel oder kurz unterschieden. Der Adamsapfel kann stark, mittel oder wenig vorspringen. Bekanntlich tritt er mit zunehmendem Alter tiefer. Die Schilddrüse kann verdeckt sein oder wenig, mäßig, stark, sehr stark, symmetrisch oder einseitig hervortreten, auch knotenförmig als Kropf ausgeprägt sein. Als Maß für derartige Unterschiede in der Halsentwicklung ist der Halsumfang zu bestimmen. Auch Lymphdrüsenanschwellungen in der Hals- und Nackengegend sind von Bedeutung.

#### d) Schlüsselbeingruben

Die Schlüsselbeingruben zeigen sich flach, vorspringend oder eingezogen und weisen damit u. U. auf allgemeinere Konstitutionsunterschiede hin.

#### e) Rumpf

Am Rumpf sind besonders die Formverhältnisse der weiblichen Brust zu beachten. Man unterscheidet dem Entwicklungsgrad nach eine puerile Form (a), eine Form mit erhobenem Warzenhof (b), die primäre Mamma (c) und die sekundäre Mamma (d) (Abb. 214). Die Brust ausgewachsener nulliparer Frauen wird ihrer Form nach,

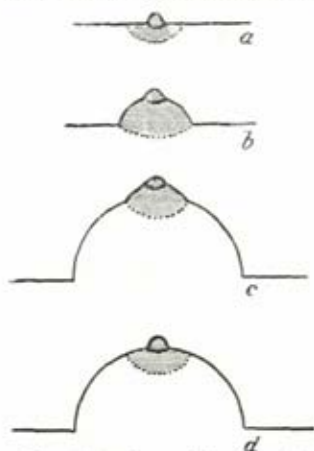


Abb. 214. Entwicklungsstufen der weiblichen Brust  
(n. STRATZ, 1921).

d. h. je nach dem Verhältnis des Höhen- zum Längendurchmesser, als schalenförmig, halbkugelig, konisch und ziegenenteufelförmig unterschieden (Abb. 215). Der Größe nach bezeichnet man die Brust als üppig, voll, mäßig und klein; der Festigkeit nach als stehend, sich senkend oder hängend.

Zur Bestimmung der Höhen- und Längenentwicklung der halbkugeligen Brust eignet sich am besten der Brustmesser (Mammometer) von LIPIEC. Derselbe besteht aus 16 gleichgroßen rechteckigen Aluminiumschablonen, die aufeinander gelegt an ihrer linken unteren Ecke durch eine Schraube verbunden sind. Jede Schablone besitzt an dem einen Längsrand einen konkaven Ausschnitt und am Oberrand eine Zahl, bzw. einen Buchstaben. Es sind 8 Stufen des Höhendurchmessers angenommen, die mit Nummern 1–8 bezeichnet sind. Mit derselben Höhe kann sich aber eine mehr halbkugelige (a) oder eine mehr flache (b) Form kombinieren, je nach der Größe des Längsdurchmessers. Es finden sich daher für jede Höhen- und Längenbestimmung zwei Schablonen, die mit a und b bezeichnet sind. Das Schema erlaubt daher eine zahlenmäßige Bestimmung der Brustform.

Beim Liegen verändert sich die Form der Brust beträchtlich. Zur Aufnahme derselben stellt man daher das zu untersuchende Individuum aufrecht mit hängenden Armen so vor sich, daß man die Profillinie der Brust von ihrer lateralen Seite gut be-



obachten kann. Die Schablonen selbst nimmt man in die rechte Hand, zieht mit der linken die passend scheinende heraus und versucht ihren konkaven Ausschnitt der konvexen Profillinie der Brust anzupassen. Die Papille wird, ihrer verschiedenen Ausbildung wegen, nicht mitgemessen. Die untere Brustgrenze ist stets scharf; als obere wird diejenige

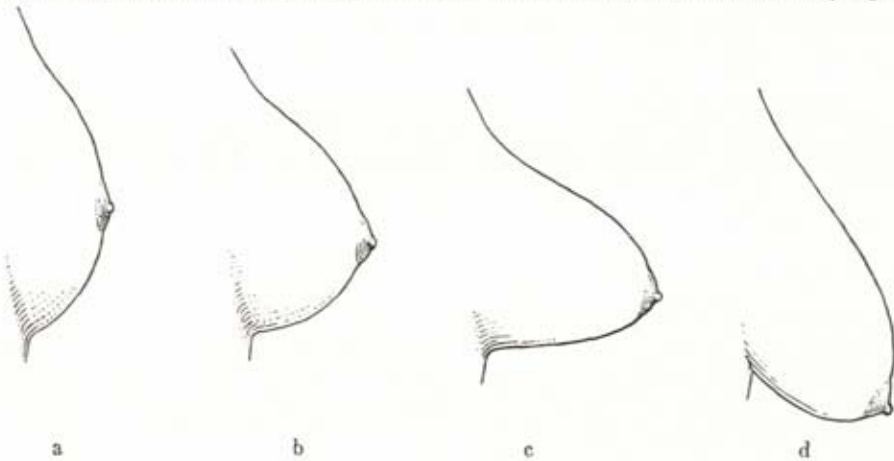


Abb. 215. Schema der Brustformen: a schalenförmig, b halbkugelig, c konisch, d ziegenneuterförmig.

Stelle angenommen, an welcher sich bei der Profilbetrachtung ein deutlicher Übergang der Thoraxwölbung in die Brustwölbung zeigt. Nach einiger Übung genügt ein Blick auf die Profillinie der Brust, um meist auf den ersten Griff die passende Schablone zu finden. Das Instrument ist nur bei Mädchen und solchen Frauen verwendbar, bei denen noch kein merklicher Descensus mammae eingetreten ist.

Absichtliche oder unabsichtliche künstliche Veränderungen der Brust, die auf äußeren Einwirkungen beruhen, sind besonders anzumerken. Am Warzenhof ist die Farbe, die Form des Randes und die absolute Größe zu verzeichnen. Die letztere wird am besten durch Messung des transversalen und vertikalen Durchmessers mittels des Gleitzirkels festgestellt. Außerdem wird man noch den Entwicklungsgrad des Warzenhofes notieren, d. h. ob er eben (scheibenförmig), flachschalenförmig, halbkugelförmig oder fast kugelförmig erhoben ist. Die Papille selbst kann vertieft liegen, schwach oder stark vortreten; ihrem Durchmesser nach wird sie als klein, mittel oder groß bezeichnet.

Für die knöchernen Brust (Brustkorb) wird eine Normalform, ein paralytischer (Abb. 216) und ein emphysematischer Thorax (Abb. 217) unterschieden, der erstere

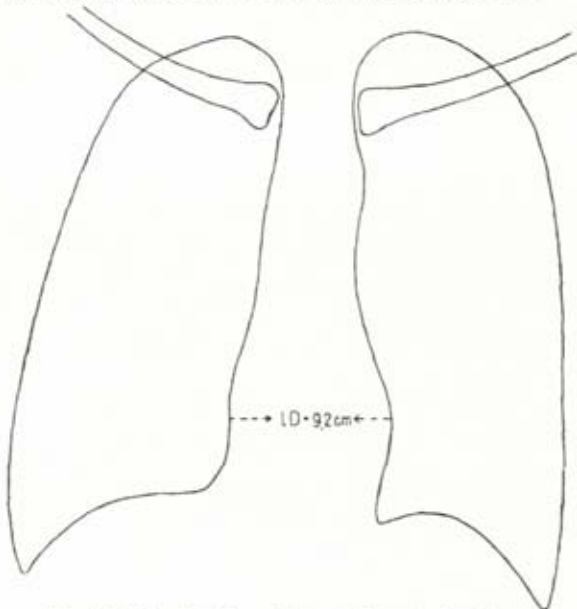


Abb. 216. Paralytischer Thorax (Tropfenherz).



vorwiegend das leptosome, der letztere das eurysope Bild bestimmend. Auch von einer Beckenform  $\square$ , einer Mittelform  $\circ$  und einer Glockenform  $\cup$  wird gesprochen (ПОТЯКА). Metrisch ist dabei besonders wichtig die Bestimmung des epigastrischen Winkels (Rippenwinkel), d. i. des Winkels, den die beiden Rippenbögen über dem Magen mit Scheitelpunkt Brustbeinende miteinander bilden.

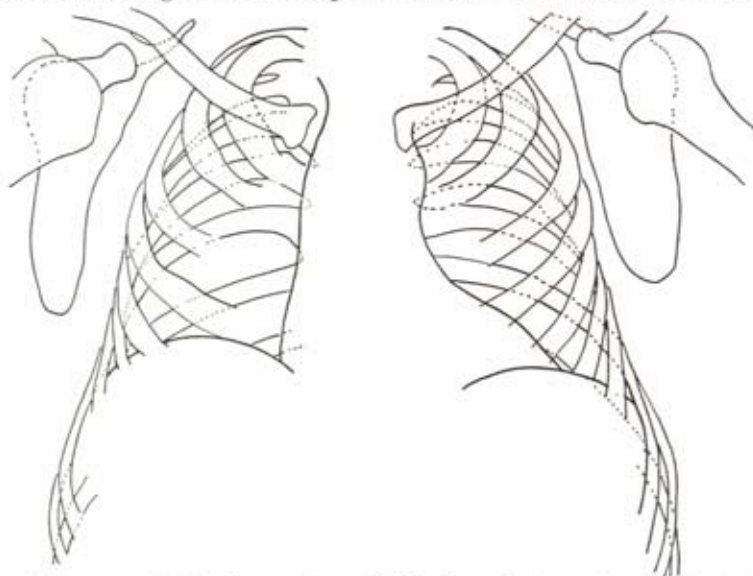


Abb. 217. Pyknikerthorax. Zwerchfellhochstand. Quergelagertes, leicht nach links vergrößertes Herz (nach CURTIUS, 1944).

Für die einzelnen Thoraxformen gibt BAUGSCH folgende Detailbeschreibungen:

**Normalform des Thorax.** Ein besonders wichtiger Beurteilungsmaßstab ist die gute Brustkorbwölbung, dazu ein nicht ganz rechter epigastrischer Winkel (zwischen  $50$  und  $80^\circ$  schwankend). Das Brustbein, mit seiner durchschnittlichen Länge zwischen  $16$  und  $20$  cm beim Erwachsenen, ist nur ganz gering eingesenkt, der Winkel zwischen Corpus und Manubrium sterni (Angulus Ludovici) nur eben angedeutet. Die Schlüsselbeine verlaufen horizontal und treten an der äußeren Brustwand nicht stark hervor, die Schlüsselbeingruben sind infolgedessen nur wenig eingesenkt. Die Schulterblätter dürfen nicht tief stehen und sollen bei herabhängenden Armen dem Brustkorb flach anliegen. Die Brustwirbelsäule zeigt eine nach hinten leicht konvexe Krümmung. Der sagittale Brustdurchmesser ist beim normalen Thorax kürzer als der transversale. Sämtliche Durchmesser nehmen von oben nach unten allmählich an Größe zu, der sternovertebrale ungefähr um  $6$  cm, so daß der knöcherne Thorax sich nach oben verengt. Doch wird die Verengung im äußeren Bild normalerweise durch die kräftige Entwicklung der Muskulatur verdeckt. Beim Kind ist in den ersten Lebensjahren der Tiefendurchmesser des Thorax ungefähr so groß wie der Breitendurchmesser, dementsprechend der Thoraxquerschnitt annähernd von Kreisform. Beim wachsenden Kind entwickelt sich dann der Breitendurchmesser so, daß der Querschnitt am Thorax eines 10jährigen Kindes elliptische Form zeigt. Der Erwachsene hat einen charakteristischen Querschnitt, welcher unregelmäßig ist und weder einem Kreis noch einer Ellipse entspricht. Die Normalform des Thorax findet sich bei Individuen mit einem proportionellen Brustumfang zwischen  $51$  und  $56$  und bei rund  $95\%$  der weitbrüstigen Individuen aller Längen. Unter die Gruppe der Engbrüstigen fallen dagegen nur rund  $80\%$  normale und  $20\%$  paralytische Thoraxformen.

Der **paralytische Thorax** ist durch einen auffallend flachen, langen und schmalen Brustkorb bei fehlender Wölbung ausgezeichnet. Die Schultern hängen schräg herab, die Rippen verlaufen hinten und seitlich in stärkerer Neigung nach abwärts. Vor allem ist aber auch der Ansatz der Rippenknorpel an das Brustbein spitzwinkelig und ihr vorderer Abfall ist steil. So kommen die Rippenbögen nahe an die Crista ossis ilei heran. Die Zwischenrippenräume erscheinen auf-

fallend weit, sind abnorm sichtbar, die unteren mehr als die oberen. Der epigastrische Winkel wird spitz, er kann bis auf  $25^\circ$  und weniger gehen. Die Abflachung der Brust geht mit einer abnormen Verkürzung des sagittalen Brustdurchmessers einher, der Thorax ist gleichzeitig auch im Querschnitt verkürzt. Durch das stärkere Vorspringen der Schlüsselbeine werden die Supra- und die Infraclaviculargruben stärker sichtbar. Der Angulus Ludovici ist gegen die Norm sehr abgeflacht, doch können Exostosen eine stärkere Ausbildung vortäuschen. Die Schulterblätter rücken mehr an die Seitenfläche des Thorax, weil sie an der schmalen Hinterseite des Brustkorbes durch die stark vorspringenden Rippenwinkel nicht genügend Platz finden, sie stehen mehr sagittal und springen flügel-förmig vor. In der Regel besteht auch eine stärkere kyphotische Krümmung der Brust-wirbelsäule ohne entsprechende Lordose der Lendenwirbelsäule, wodurch des weiteren die Annäherung der Rippenbögen an die *Christa ossis ilii* erklärt wird. Auch durch eine *Costa decima fluctuans* ist der paralytische Thorax ausgezeichnet (STILLER), d. h. durch das Freiwerden der Spitze der 10. Rippe, die meist in einer nach unten konvexen, nach innen immer mehr sich verjüngenden, 2,5—3 cm langen Knorpelspange endet, die straff am Rippenbogen befestigt ist, so daß die Spitze sich nicht genau abtasten läßt. Allerdings findet sich die *Costa decima fluctuans* auch bei anderen Thoraxformen. Der paralytische Thorax geht meist einher mit auffällig schlechter Muskulatur und geringem Fettpolster; er wird auch als *asthenisch* bezeichnet. Neben der erworbenen Form des paralytischen Thorax wird die ererbte Form unterschieden, die sich außerdem noch durch verhältnis-mäßig große Lungen, kleines Herz, enge Gefäße und eine schlecht entwickelte Kör-permuskulatur auszeichnet, so daß der angeborene paralytische Thorax sich mit dem Status hypoplasticus deckt. Der erworbene paralytische Thorax entsteht durch Schrumpfungsvorgänge, hauptsächlich bei tuberkulösen Lungenerkrankungen; er wird auch als Thorax phthisicus seit altersher bezeichnet. In der Regel wird für die Genese eines paralytischen Thorax eine entsprechende Anlage mit den besonders auslösenden Umweltbedingungen zusammenspielen.

Der *emphysematöse Brustkorb* ist in allen Stücken das Gegenteil des paralytischen. Er ist stark gewölbt, breit, tief und kurz. Dabei ist am meisten der sagittale Brustdurchmesser vergrößert, in geringerem Maß die Brustbreite. Die Schultern und das Brustbein sind hochgezogen, weshalb der Hals kurz und gedrunken erscheint. Die Schlüsselbeingruben sind nicht sichtbar und können durch polsterartige Vorlagerung der Lungenspitzen sogar vorgewölbt erscheinen. Die Rippen sind hochgezogen und verlaufen in der Flanke fast waagrecht. Auch ihr Ansatz am Brustbein erfolgt in mehr waage-rechter Richtung und der epigastrische Winkel wird daher stumpf, mehr als  $90^\circ$ , bis zu  $120$ — $140^\circ$ . Die Zwischenrippenräume sind eng, der Brustkorb steht gleichsam in dauernder Inspirationsstellung. Bei sehr ausgesprochenen Formen nimmt der Brustkorb eine quadratische oder Faßform an und seine Querschnittsform kommt daher der mehr kindlichen nahe. Außerdem findet sich eine vermehrte kyphotische Krümmung der Wirbelsäule und ein abgeschwächter Verlauf des Brustbeins infolge erheblicher Ver-kürzung des sagittalen Brustdurchmessers.

#### f) Rücken

Am Rücken ist das Verhalten der Schulterblätter kennzeichnend, dabei besonders die Formen des Schulter-blattes. Vor allem der *Margo medialis scapulae* zeigt drei Ausprägungen, die als konvex, gerade und konkav, die letztere auch als *Scapula scaphoides* bezeichnet werden. Der konvexe Scapularrand kommt am häufigsten bei gedrunkenem Körperbautypus vor und hat (nach GRAVES) am meisten Aus-sicht auf Langlebigkeit. Die *Scapula scaphoides* ist vorwiegend mit dem leptosomen Körperbau verbunden (MARTIN-OPPENHEIM). Auch die Krümmungen der Wirbelsäule sind besonders am Rücken zu beachten, so Kyphose, Lordose und Skoliose, wie sie für den Haltungs-

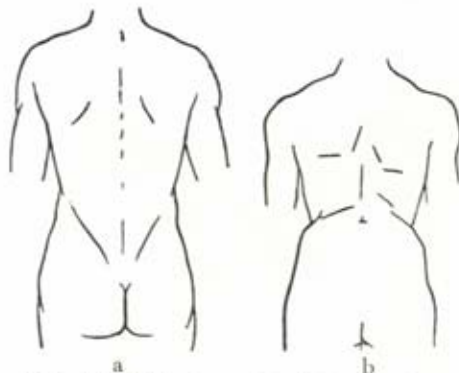


Abb. 218. Rückenform (nach THOORIS).  
a) beim Leptosomen, b) beim Pykniker.



typus und bei der Gestaltung des Brustkorbes eine Rolle spielen. Die Gesamtform des Rückens kann je nach dem Habitus wechseln (Abb. 219a und b).

### g) Bauch

Am Bauch lassen sich Formunterschiede nach folgenden Kategorien bestimmen: Leib unter, im oder über dem Niveau der vorderen Brustwand; straffer Leib, Hängeleib (Abb. 219 a und b); fetter, mäßig fetter und magerer Leib (dazu metrische Bestimmung der Fettschicht neben dem Nabel). Deutlich hervortretende Venen im Bereich der Bauchhaut können Ausdruck für Stauungen im Gebiet der Pfortader oder der unteren oder oberen Hohlvene sein.

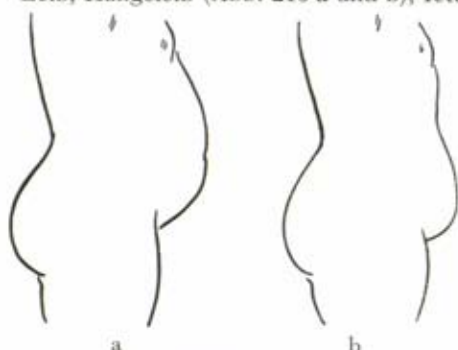


Abb. 219. Bauchformen (nach THORIS).  
a) vorgewölbter Bauch, b) Hängebauch.

### h) Becken

Beim Becken wird man von schmalen, mittleren oder breiten, symmetrischen oder asymmetrischen, auch maskulinen und femininen Formen sprechen und im übrigen für eine genaue Kennzeichnung die verschiedenen Beckenmaße und ihre Verhältniszahlen zugrunde legen. Auch die Form

des Gesäßes ist als maskulin oder feminin zu bezeichnen, wobei das Extrem femininer Ausprägung der Hottentottensteiß darstellt. Auch einfach fettreich oder mager kann man es nennen, hinsichtlich der Muskulatur straff oder schlaff.



Abb. 220. Orchidometer. Holzmodelle von bekanntem Volumen zur Bestimmung der Hodengröße durch vergleichende Palpation (nach PRADER).

Was die Untersuchung der äußeren Geschlechtsteile anbelangt, so wird man an den männlichen Genitalien besonders die Größe bzw. Kleinheit des Penis beachten; evtl. finden sich Anomalien (Phimose, Hypospadie, Epispadie). Die Hodengröße wird gekennzeichnet als groß, mittel, klein, verkümmert (Abb. 220); unter Umständen ist ein nicht völliger Descensus der Hoden oder ein Leistenhoden zu vermerken. An den weiblichen Genitalien ist äußerlich vor allem die Entwicklung der inneren und äußeren Schamlippen näher zu kennzeichnen, auch die Clitoris verdient besondere Beachtung. Durch bestimmte Gebräuche (z. B. Ziehen an den Labia minora) oder operative Eingriffe (Incision, Circumcision, Infibulation, Kastration usw.) hervorgerufene Veränderungen sind stets genau hervorzuheben.

### i) Extremitäten mit Hand und Fuß

Für die Extremitäten ist über ihre metrische Längenbestimmung hinaus von schlank, mittelschlank und gedungen, fett, mager, muskulös, symmetrisch, asym-



metrisch, akromegal oder akromikrisch zu sprechen. Auch die Form und Funktion der verschiedenen Gelenke ist zu beachten. Gelegentlich sind sogenannte Flughautbildungen in der Ellenbeuge oder Kniekehle (mit Streckbehinderung) zu beobachten, die mit ausgesprochenen Muskeldefekten bzw. -dysplasien einhergehen und zugleich mit einer großen Anzahl sonstiger Anomalien und Degenerationszeichen kombiniert sein können (KIESER); es handelt sich vielleicht um eine Unterabteilung des Status dysraphicus. Eines besonderen Interesses erfreuen sich in wissenschaftlicher Beziehung Hand und Fuß, wobei für die Hand noch mehr Untersuchungen vorliegen als für den Fuß. Derartige Untersuchungen beziehen sich auf die Form in ihrer Gesamtheit, dazu die Form der einzelnen Finger und Zehen.

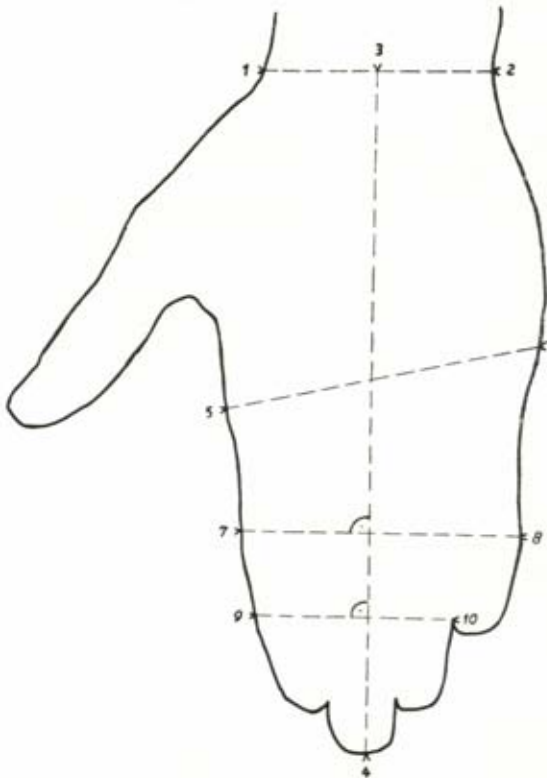


Abb. 221. Handmaße nach SCHLAGINHAUFEN. Umriss einer linken männlichen Hand.

Meßpunkte:

- 1 Stylium radiale
- 3 Interstylium
- 5 Metacarpale radiale
- 7 Proxindicion
- 9 Distindicion
- 2 Stylium ulnare
- 4 Dactylium III
- 6 Metacarpale ulnare
- 8 Ulnocquintion
- 10 Ulnocquartion

Die Maße sind:

- Handlänge: 3 bis 4.
- Handbreite I: 5 bis 6.
- Handbreite II: 7 bis 8.
- Handbreite III: 9 bis 10.

Weiter werden die Form der Furchen an Hand- und Fußfläche und der Papillarielinienbildung an beiden berücksichtigt. Dazu kommen Untersuchungen an den Capillaren (Capillarmikroskopie), die sich besonders an der Hand (Nagelfalz) bequem durchführen lassen und oben (S. 395) ausführlicher dargestellt sind. Ein gutes Hilfsmittel zur Beurteilung der Hand (und auch des Fußes) stellt die Umrisszeichnung dar (Abb. 221). Dabei wird der Handumriß vor allem für die linke Hand angefertigt, deshalb, weil die linke Hand weniger als die rechte durch äußere Einflüsse (Berufarbeit) beeinflusst ist. Wo es jedoch speziell auf die Untersuchung von Berufskonstitutionen ankommt, kann gerade eine Untersuchung auch der rechten Hand (Berufshand) bzw. ihr Vergleich mit der linken Hand von Wichtigkeit werden. Die Technik der Handuntersuchung ist besonders von SCHLAGINHAUFEN (1932) ausgearbeitet worden.

Zur Technik der Umrißzeichnung ist folgendes zu sagen:

1. Die Handfläche wird mit geschlossenen Fingern auf ein Blatt Papier gelegt, und zwar so, daß der Mittelfinger genau in die Verlängerung einer durch den Unterarm gedachten, vom Ellenbogen durch die Mitte der Handgelenkbreite verlaufenden Längsachse zu liegen kommt, d. h. es muß eine Ab- bzw. Adduktion der Hand im Handgelenk vermieden werden.

2. Während der 3., 4. und 5. Finger fest auf der Unterlage ruhen, wird passiv zuerst der Daumen, dann der Zeigefinger abduziert und die Untersuchungsperson aufgefordert, die Hand in dieser Stellung unverändert zu lassen.

3. Um eine möglichst genaue Projektion des Handumrisses auf die Unterlage zu bekommen, verwendet man als Zeichenmaterial am besten einen häftig gespaltenen Bleistift. Dieser wird mit der Spaltfläche der zu umfahrenden Hand angelegt und bei möglichst senkrechter Stellung zur Zeichenfläche langsam am Handrand entlanggeführt. Am zweckmäßigsten beginnt man proximal des Stylium ulnare und endet an einer entsprechenden gegenüberliegenden Stelle proximal des Stylium radiale.

4. Bei immer noch ruhender Hand werden durch Tasten der distale Punkt des Stylium ulnare (A) bzw. radiale (B), außerdem die am weitesten nach radial bzw. ulnar ausladenden Stellen des Metacarpale radiale (C) bzw. ulnare (D), zuletzt der am weitesten distal gelegene Punkt der Kuppe des Mittelfingers (E) aufgesucht und jeweils mit einem kurzen Bleistiftstrich markiert, daraufhin die Hand aufgehoben.

5. Nun werden von A nach B, von B nach C, zuletzt von der Mitte A bis D (= F) nach E Verbindungslinien gezogen.

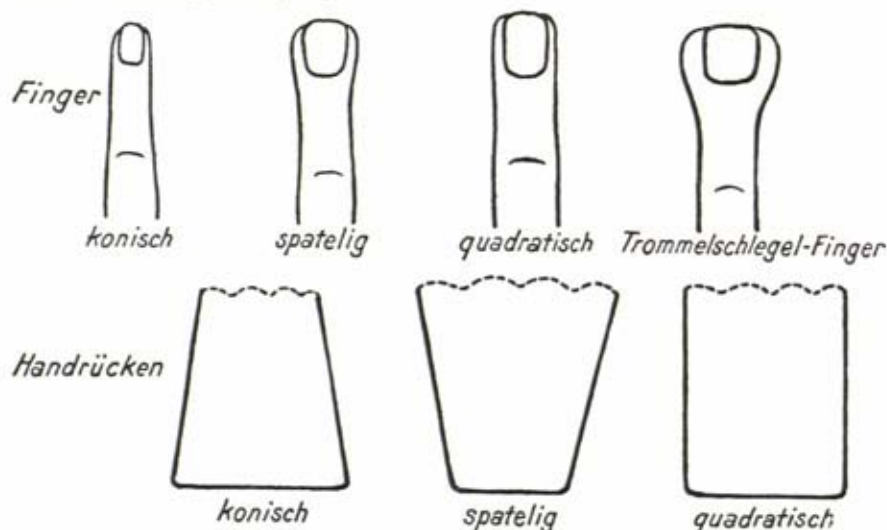


Abb. 222. Fingerformen und Handrückenformen nach STEINDAMM u. ACKERMANN (1947).

Die Handzeichnungen können zunächst den allgemeinen Eindruck vermitteln. An Hand der Umrißzeichnung können dann weiter durch Abmessen der Entfernungen A—B, C—D und E—F 1. die Handgelenkbreite, 2. die Handbreite 1 und 3. die Handlänge bestimmt werden, wobei jedoch die an der Umrißzeichnung bestimmten Maße nicht völlig mit den direkt gemessenen übereinstimmen (vergleiche Handlänge (49), untere Radio-Ulnarbreite (52) (4) und Handbreite (52)). Als 4. absolutes Maß wird mittels des Polarplanimeters von OTT die Handgröße als Fläche in qmm ermittelt (auf Veranlassung von SALLER erstmals bei WANNER und FRICK). Eine Photographie der Hand kann noch genauere Einzelheiten vermitteln; die Aufnahmen sind dafür unter konstanten Bedingungen, besonders bei gleichem Abstand der Linse vom Objekt, bei gleicher Beleuchtung und gleicher Belichtungsdauer zu machen.

Nach all diesen Erhebungen sind dann schließlich die Hände als klein,

mittel oder lang, plump, mittelschmal, schmal, als fein- oder grobfingerig usw. zu beschreiben. Die Fingerformen variieren wie die Formen des Handrückens (konisch, spatelig, quadratisch) (Abb. 222), das Verhältnis der Finger-

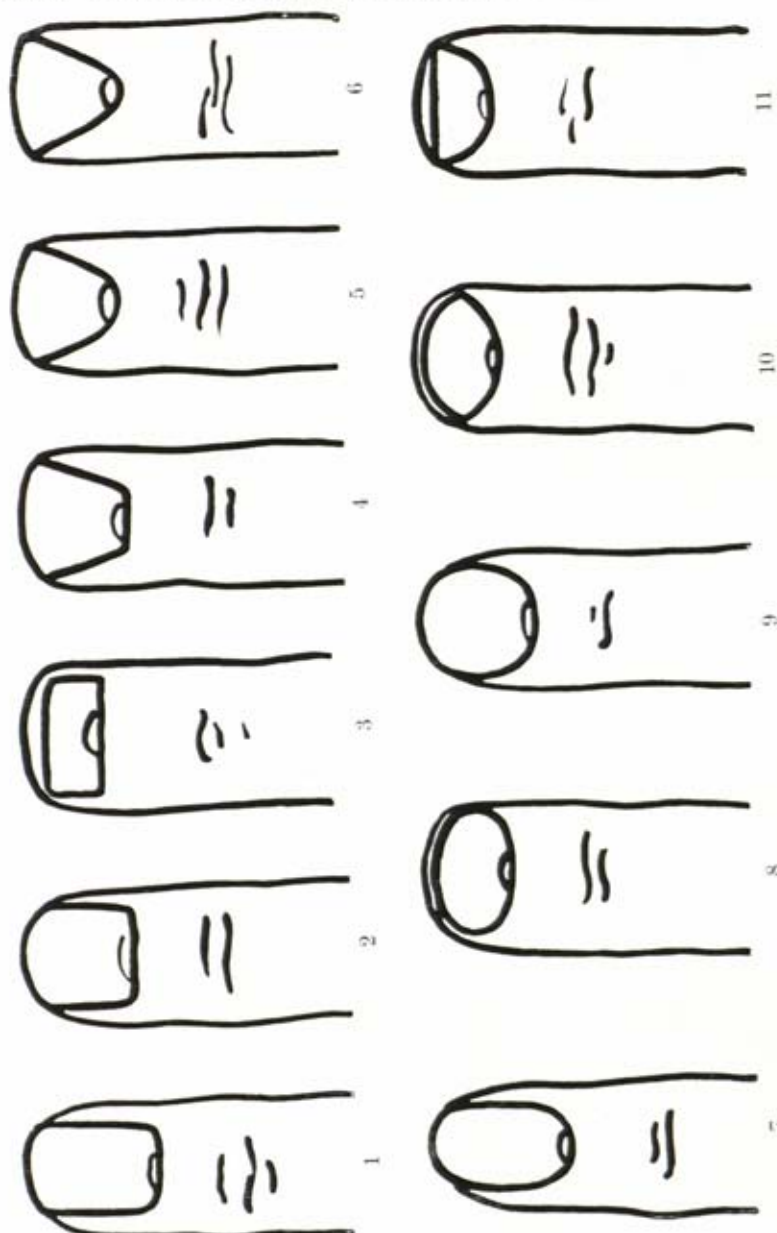


Abb. 223. Schema der Fingernägel (nach KOENNER).

längen zueinander ist zu beachten. Auch die Form der Nägel ist wichtig (flach, gewölbt, Uhrglasnägel, breit, schmale Nägel, Längsrillen, Querrillen, Rückbildungserscheinungen) (Schema nach KOENNER, Abb. 223). Die transversale Ausdehnung eines Nagels kann vom Innenrand des medialen zum Innenrand des lateralen Nagelwalls gemessen werden. Um gleichzeitig die direkte Länge (Sehnen-



länge) und die Bogen- oder Krümmungslänge zu erhalten, legt man ein 30 mm langes Stück eines dünnen und schmalen Millimeterbandmaßes quer über den Nagel und setzt die beiden Spitzen des Gleitzirkels auf die vorhin bezeichneten Punkte an den Nagelwällen auf. Dadurch wird das Bandmaß auf den Nagel eingedrückt und schmiegt sich seiner Krümmung an; man kann daher an ihm die Bogenlänge, am Gleitzirkel aber die Sehnenlänge ablesen. Auch das Schema von KOENNER ist zur Beurteilung der Nagelbildung brauchbar. Auch die Füße werden gekennzeichnet als klein, mittel, groß, lang oder kurz, schmal, mittelbreit oder breit, akromegal, akromikrisch, platt, mäßig oder stark gewölbt. Ein Hallux valgus ist anzugeben. Für die Form der Zehennägel gilt das gleiche wie für die Fingernägel. Die Verschwielen der Fußsohle ist zu beschreiben. Für die Herstellung von Hand- und Fußabdrücken sei auf S. 174 verwiesen. Auch Abgüsse (S. 177) oder Umrisszeichnungen (S. 169) von Händen und Füßen können über die allgemeinen Formverhältnisse, über das Vorspringen der einzelnen Finger bzw. das Hautrelief orientieren. Am Fuß stelle man besonders noch fest, welche Zehe die längste ist und wie weit die einzelnen Zehen extendiert werden können. Die Ab- und Abduktionsfähigkeit der großen Zehen ist besonders zu beachten. Die Beugefalten der Hand zeigen unter Umständen Anklänge an Affenformen (Affenfalte). Beachtenswert ist auch die stärkere Entfaltung der sogenannten Tastballen, besonders der Metacarpophalangealballen. Sichtbare Venen an den Extremitäten (Krampfadern) zeigen unter Umständen, ebenso wie Plattfüße, eine Bindegewebsschwäche an, stehen aber unter Geschlechts-(Schwangerschafts-)Einfluß.

### Literatur

- AICHEL, O., 1927: Ein großer Koordinatenzirkel. *Verh. Ges. Phys. Anthropol.* **2**, 81.  
 ANDREW, M. P., 1926: Die Methode der somatometrischen Profile in ihrer Verwendung in der Psychiatrie. *Zschr. Neurol. Psych.* **102**, 554.  
 BACKMANN, G., 1915: En ny goniometer för mätning av de längre skelettbenens vinklar. *Svenska Läk. Handl.* 631.  
 — 1915: En ny tropometer. *Svenska Läk. Handl.* 639.  
 BEDDOE, J., 1907: The estimation of skull-capacity by a peripheral method. *Zschr. Ethnol.* **39**, 695.  
 BERK, F. R., 1906: Eine Methode zur Bestimmung des Schädelinhalts und Hirngewichts am Lebenden und ihre Beziehung z. Kopfumfang. *Zschr. Morph. Anthropol.* **10**, 122.  
 BERTILLON, A., et CHERVIN, A., 1909: *Anthropologie métrique*. Paris.  
 BREITINGER, E., 1937: Zur Messung der Ohrhöhe am Schädel (Verwendung des Paralleloimeters). *Anthropol. Anz.* **14**, 275.  
 BROCA, D., 1868: Sur le stéréographe, nouvel instrument craniographique destiné à dessiner tous les détails du relief des corps solides. *Mém. Soc. Anthropol. Ser. 1*, **3**, 99.  
 — 1874: Sur la valeur des divers angles faciaux et sur un nouveau goniomètre facial appelé le goniomètre facial médian. *Bull. Soc. Anthropol. Ser. 2*, **9**, 358.  
 BROWNE, R. C., 1892: Some new anthropometric instruments. *Proc. R. Irish Acad. Dublin* **2**, 397.  
 BRUGSCH, TH., 1916: Maße und Proportionen zur Charakterisierung des Individuums in seinem Habitus. *Zschr. exp. Path. Ther.* **19**, 1.  
 BRYN, H., 1926: Über die Augentypen in Norwegen und ihre Vererbungsverhältnisse. *Skript und atg. av. det. Norske Videnskaps Akademi Oslo I, Mat. Nat. Klasse* **9**.  
 BUSH, G., 1861: Observation on a systematic mode of craniometry. *Trans. Ethn. Soc.* **341**. London I.  
 BUCKLERS, M., 1937: Albino-Haarfarben. *Zschr. Morph. Anthropol.* **36**, 443.  
 CAMERANO, L., 1900: Lo studio quantitativo degli organismi es il coefficiente somatico. *Atti Accad. Sci. Turin* **35**, 201.  
 CAMPERS, P., 1791: Dissertation physique sur les differences ruelles que presents les traits de visage chez les homme de differents pays et de differents ages etc. A. G. Camper, Outrecht.  
 CORRENTI, V., 1950: L'apostasimetro del Prof. Sergio SERGI. *Riv. Anthropol.* **38**, 204.  
 CUNNINGHAM, D. J., 1905/1908: Anthropometric investigation in the British Isles. Report of the Committee Rep. Brit. Assoc. Sect. II.

- DAVENPORT, CHR. B., 1920: The best index of build. *Amer. J. Physic. Anthropol.* **3**, 4.
- DUCKWORTH, W. L. H., 1912: The international agreement for the unification of anthropometric measurements to the made in the living subject. Cambridge.
- EHRRHART, S., 1932: Ringelhaare in der Familie. *Anthrop. Anz.* **8**, 241.
- 1934: Ansatzstück für das Somatometer zum Messen der Armlänge und der Ohrhöhe des Kopfes. *Anthrop. Anz.* **11**, 262.
- 1952: Über die Deckfalte am menschlichen Auge. *Z. Morph. Anthropol.* **43**, 163.
- V. EICKSTEDT, E., 1926: Die Maßtafel. *Münch. med. Wschr.* **73**, 915.
- 1926: Anthropologisch-klinische Meßtafel. Ein Hilfsmittel bei Rassen- und Körperbauuntersuchungen für den Arzt, Konstitutionsforscher u. Anthropologen. München.
- 1927: Zur Technik der Rumpflängenmessung. *Anthrop. Anz.* **4**, 62.
- 1935: Das Messen der Beinlänge. *Zschr. Rassenk.* **1**, 87.
- ELSÄSSER, G., 1950: Körperbauuntersuchungen bei endogenen Geisteskranken, sonstige Anstaltsinsassen und Durchschnittspersonen. *Zschr. menschl. Vererb. Konstit.lehre* **30**, 307.
- FICHTEL, K., 1950: Beitrag zur Frage des Korrelationsgewichts. *Med. Klin.* **45**, 1628.
- FISCHER, E., 1931: Ein Schädelhalter zu photographischen Zwecken. *Verh. Ges. phys. Anthropol.* **5**, 115.
- FISCHER, F., u. SALLER, K., 1928: Eine neue Haarfarbentafel. *Anthrop. Anz.* **5**, 238.
- FRASETTO, F., u. CINSA, W., 1951: Bestimmung der Haarfarbe durch den BECKMANNSchen Spectrophotometer, S. A. S. (Bologna) 81.
- FRICK, H., 1950: Handform und Handfurchen unter Berücksichtigung der Konstitution. *Med. Diss. München.*
- FRITSCH, G., 1916: Die Feststellung der menschlichen Hautfarben. *Zschr. Ethnol.* **48**, 86.
- 1916: Bemerkungen zu der Hautfarbentafel. *Mitt. Anthropol. Ges. Wien* **46**, 183.
- FRIZZI, E., 1911: Der Miessche Schädelträger. *Corr. Bl. Anthropol. Ges.* **42**, 39.
- FÜRST, C., 1929: Index-Tabellen zum anthropometrischen Gebrauch. 2. Aufl. Fischer, Jena.
- GARDNER, B. B., and MACADAM, D. L., 1934: Colorimetric analysis of hair color. *Amer. J. Phys. Anthropol.* **19**, 187.
- GATES, R. R., 1952: Spectrophotometric measurements of skin color. *Hum. Biol.* **24**, 25.
- GRAZ, J., 1901: Cephalometric instruments and cephalograms. *I. R. Anthropol. Last.* **31**, 111.
- GÜNTHER, H., 1924: Beitrag zur Biometrie des Wachstums. *Biol. Zbl.* **44**, 300.
- HANHART, E., 1927: Konstitutionsbogen. Fischer, Jena.
- KLINK, H., 1931: Die methodischen Grundlagen zur Bestimmung von Hautfarben und vergleichende Untersuchungen mit einem neuen Verfahren über die normale Farbe der Haut. *Zschr. exper. Med.* **79**, 777.
- KOENNER, D. M., 1938: Anthropologische und morphologische Beobachtungen an der menschlichen Hand. *Mitt. Anthropol. Ges. Wien* **68**, 246.
- KROGMANN, W. M., 1941: Growth of man. *Junk, Den Haag.*
- LANDAU, E., 1908: Dioptrograph und Diagraph in der anthropologischen Technik. *Sitz.-Ber. nat. Ges. Univ. Dorpat* **17**, 1.
- LEBZELTER, V., 1920: Anleitung zur Vornahme konstitutionell-anthropologischer Untersuchungen. *Mitt. Volksgesundheitsamt Wien* **11**.
- LIPIEC, M., 1907: Über ein Schema zur Bestimmung der Brustform. *Corr. Bl. Anthropol. Ges.* **38**, 175.
- V. LUSCHAN, F., 1916: Über die Hautfarbentafeln. *Zschr. Ethnol. Jg.* **48**, 402.
- MALL, F. P., 1907: On measuring human embryos. *Anat. Rec.* **6**, 129.
- MANOUVRIER, L., 1900: Généralités sur l'anthropométrie. *Rev. Ec. Anthropol.* **10**, 413.
- MARTIN, R., 1899: Anthropometrisches Instrumentarium. *Corr. Bl. Anthropol. Ges.* **30**, 130.
- 1903: Über einige neuere Instrumente und Hilfsmittel für den anthropologischen Unterricht. *Korr. Bl. Ges. Anthropol., Ethnol. Urgesch.* **34**, 127.
- 1924: Richtlinien für Körpermessungen und deren statistische Verarbeitung. Lehmann, München.
- 1929: Anthropometrie. Anleitung zu selbständigen anthropologischen Erhebungen. 2. Aufl. J. Springer, Berlin.
- MARTIN-OFFENHEIM, ST., 1940: Ein Finger-Umfang-Maß. *Proc. Nederl. Akad. Wetensch.* **43**, 1342.
- MOLLISON, TH., 1907: Einige neue Instrumente zur Messung von Winkeln und Krümmungen. *Zschr. Morph. Anthropol.* **10**, 489.
- 1912: Über das Lageverhältnis des Femurkopfes zu der Spina ossis ilii anterior und der Symphysis ossium pubis mit Rücksicht auf die anthropologische Messung. *Arch. Anthropol. N. F.* **11**, 140.
- 1926: Ein neuer Dioptrograph. *Anthrop. Anz.* **3**, 111.
- 1932: Ein Somatometer und ein Mikroperigraph. *Verh. Ges. Phys. Anthropol.* **6**, 149.
- MOLLISON, TH., 1932: Hohlraummessung und Volumenbestimmung. *Anthrop. Anz.* **8**, 290.



- MOLLISON, TH., 1938: Spezielle Methoden anthropologischer Messung. In: *ABDERHALDENS Handb. biol. Arbeitsmethoden*, Abt. 7, 523. Urban-Schwarzenberg, Berlin-Wien.
- NAGEL, K., 1904: Die Aufstellung von Schädelkalotten. *Arch. Anthrop.* N. F. 3, 142.
- OGUCHI, K., 1926: Ein neuer Kraniostat. *Folia anat. Jap.* 4, 433.
- PEARSON, K., 1926: On the reconstruction of cranial capacity from external measurement. *Man* 26, 46.
- PETERS, W., 1915: Ein neuer Schädelträger. *Anat. Anz.* 47, 509.
- PIGNET, M. CH., 1901: Du coefficient de rostrusticité. *Bull. méd. Paris* 33.
- v. PIQUET, C., 1921: Pelidisi-Tabelle. Wien-Leipzig.
- PLATTNER, W., 1934: Metrische Körperbaudiagnostik. *Zschr. Neurol.* 151, 374.
- PÖCH, H., 1926: Beiträge zur Anthropologie der ukrainischen Wolhynier. *Mitt. Anthropol. Ges. Wien* 55, 289; 56, 16.
- POTYKA, H. u. E., 1955: Das Schirmbild und die Habitusdiagnose. In: *COERPER, C., HAGEN, W., u. THOMAE, H., 1955: Deutsche Nachkriegskinder*. Thieme, Stuttgart.
- PRADER, A., 1955: Hypogonadismus beim Knaben. *Schweiz. med. Wschr.* 85, 737.
- QUÉTELET, A., 1870: Anthropometrie ou la mesure de différentes facultés d'homme. Brüssel.
- RANKE, J., 1892: Über einige gesetzmäßige Beziehungen zwischen Schädelgrund, Gehirn und Gesichtsschädel. Zugleich als Leitfaden für kranimetrische Untersuchungen, namentlich Winkelmessungen nach der deutschen Methode. Bd. II der Beiträge zur physischen Anthropologie der Bayern. Bassermann, München.
- RIED, A. H., 1920: Ein verbessertes Meßbrett. *Corr. Bl. Dtsch. Ges. Anthropol. Ethnol. u. Urgesch.* 51, 12.
- ROHRER, F., 1908: Eine neue Formel zur Bestimmung der Körperfülle. *Korr. Bl. Dtsch. Ges. Anthropol. Ethnol. u. Urgesch.* 39, 5.
- 1921: Die Kennzeichnung der allgemeinen Bauverhältnisse des Körpers durch Indexzahlen. *Münch. Med. Wschr.* 68, 850.
- SALLER, K., 1925: Meßwerkzeuge zu makroskopischen Messungen an Kleintieren. *Anat. Anz.* 60, 58.
- 1926: Ein Schema zur Untersuchung des menschlichen Haarkleides. *Anat. Anz.* 61, 409.
- 1928: Die Methodik biometrischer Messungen an Laboratoriumsversuchstieren. In: *ABDERHALDENS Handb. d. biol. Arbeitsmethoden*, Abt. VII, 683. Urban-Schwarzenberg, Berlin-Wien.
- 1929: Ein neuer Kubuskraniothor. *Zschr. Anat.* 90, 364.
- 1930: Eine neue Augenfarbentafel. *Konstit.lehre* 15, 674.
- 1930: Ein Meßkoffer für anthropologische Reisen. *Zschr. Morph. Anthropol.* 27, 492.
- 1931: Der Geschlechtsunterschied im Verhältnis Stammlänge zur Körpergröße beim Menschen. *Zschr. Konstit.lehre* 16, 81.
- SCHEIDT, W., 1924: Die respiratorische Exkursionsbreite des Brustumfanges und ihre Auswertung. *Ärzt. Rundsch.* 34, 13.
- 1931: Physiognomische Studien an niedersächsischen und oberschlesischen Landbevölkerungen. G. Fischer, Jena.
- SCHLAGINHAUFEN, O., 1912: Beobachtungsblatt und Anleitung zur Aufnahme von Hand- und Fußabdrücken. *Corr. Bl. Dtsch. Ges. Anthropol.* 43, 33.
- 1932: Beobachtungen über die Handform bei Schweizern. *Bull. Schweiz. Ges. Anthropol. Ethnol.* 9, 29.
- SCHMIDT, E., 1882: Über die Bestimmung der Schädelkapazität. *Arch. Anthrop.* 12, 53.
- SCHREINER, K. E., 1949: A new spanner for measuring auricular head height in the living. *Arch. Jul.-Klaus-Stiftg.* 24, 332. Zürich.
- SCHULTZ, A. H., 1920: An apparatus for measuring the newborn. *J. Hopkins Hosp. Bull.* 31, 130.
- 1929: The technique of measuring the outer body of human Fetuses and of Primates in general. *Contrib. Embryol.* 20, 213.
- SCHULTZ, B. K., 1930: Eine verbesserte Augenfarbentafel. *Anthropol. Anz.* 6, 331.
- 1935: Das Parallelometer, ein neues Instrument zur Messung der Ohrhöhe. *Anthropol. Anz.* 12, 186.
- 1937: Taschenbuch der rassenkundlichen Meßtechnik. Anthropologische Meßgeräte und Messungen an Lebenden. Lehmann, München.
- SCHULTZ, B. K., u. HESCH, M., 1935: Rassenkundliche Bestimmungstabellen für Augen-, Haar- und Hautfarben und für Iriszeichnungen. Lehmann, München.
- SCHWARZ, R., 1923: Neue kephalometrische Methoden und Apparate und ihre Anwendung in der Orthodontie. *Schweiz. Mschr. Zahnheilk.* 33, 465, 647.
- 1929: Anthropologie, Anthropologische Methoden. *Fortschr. Zahnheilk.* 5, 747.
- SHEARD, CH., u. BROWN, G. E., 1926: Die spektrophotometrische Analyse der Hautfarbe. *Arch. internat. med.* 38, 816.



- STADLER, M., 1947: Spezifisches Gewicht und Körperproportionen von Schwimmern. Phil. Diss. Zürich.
- STEINDAMM, H., u. ACKERMANN, E., 1947: Hand und Persönlichkeit. Marcus-Weber Verlag, Berlin.
- TISSERAND, M., 1948: Appreciation de la pigmentation dans la population française. Sep. 24, 27.
- TODD, T. W., 1935: The comparison of auricular height determinations. J. Anat. 54, 390.
- v. TÖRÖK, A., 1884: Kraniometrische Apparate. Corr. Bl. Anthropol. Ges. 15, 168.
- TRÄBERT, H., 1949: Eine neue Methode zur Körpergewichtsbeurteilung unter Berücksichtigung der Konstitution durch Einbeziehung des Brustumfanges. Med. Klinik 44, 431.
- TRESSEL, J., 1952: Die Zahnfarbe, ihre Entstehung und physiologische Veränderung im Laufe des Alters. Med. Diss. München.
- TWISSELMANN, F., 1952: Aide-mémoire d'anthropométrie. Inst. Roy. Col. Belge, Brüssel 25.
- VERDUN, M., 1944: Une méthode nouvelle d'évaluation volumétrique des grands segments biotypologique du corps humain. Bull. Acad. Med. 5, 64.
- 1947: Table anthropométrique universelle. Bull. Acad. Med. 23/24, 465.
- VERDUN, M., u. TAILLE, J. DE, 1954: Ein neuer anthropometrischer Index der Konstitutionen. Zschr. menschl. Vererb. Konstit.lehre 32, 214.
- VERWAECK, L., 1921: La détermination de la robusticité constitutionnelle. Ann. Soc. Sc. Brüssel 40, 141.
- VIOLA, S., 1926: L'anthropometria clinica e postulati eni deve soddisfare. 1, 1.
- WAGNER, K., 1935: Endocranial diameters and indices, with a new instrument for measuring internal diameters of the skull. Biometrika 27, 88.
- WANNER, S., 1950: Körperbautypus und Handform bei Kropfkranken. Z. menschl. Vererbungs- u. Konstit.lehre 30, 116.
- WEINERT, H., 1925: Ein neuer Meßzirkel zur Ermittlung von Innenmaßen. Anthropol. Anz. 2, 129.
- WEISBACH, A., 1889: Vorschlag für ein einheitliches Meßverfahren am lebenden Menschen. Wien.
- WEISSENBERG, J., 1925: Das Körpergewicht nach Alter und Geschlecht. Zschr. Konstit.lehre 10, 738.
- WETZEL, G., 1911: Apparate und Erläuterungen zur perigraphischen Technik. Zschr. Morph. 13, 541.
- WIELAND, J., 1930: Die Methode der weiblichen Beckenmessung. Med. Diss. München.
- WIGERT, V., 1933: Versuche zur anthropometrischen Bestimmung der Körpertypen. Zschr. Neurol. 143, 651.

## δ) Kraniometrische Technik

### 1. Allgemeine Bemerkungen

Der Zweck der Kraniometrie ist, die Form des Schädels der Hominiden und der übrigen Primaten mit Hilfe exakter Meßmethoden so genau kennen zu lernen, daß Übereinstimmungen und Unterschiede zwischen größeren und kleineren Gruppen zahlenmäßig festgelegt werden können. Dabei ist stets auf die natürliche Gliederung des Schädels Rücksicht zu nehmen, da die absolute und relative Ausbildung sowie die räumliche Ausdehnung der einzelnen Teile von sehr verschiedenen Faktoren abhängig ist. So ergibt sich zunächst eine Scheidung in zwei genetisch, morphologisch und funktionell verschiedene Abschnitte, in ein Neurocranium (Gehirnschädel) und in ein Splanchnocranium (Gesichtsschädel). Wie sehr die beiden Abschnitte voneinander unabhängig sind, zeigt sich besonders schön in pathologischen Fällen, wie Mikrokephalie, in denen die Gehirnkapsel im Wachstum stark zurückbleibt, während der Gesichtsschädel seine normale Ausbildung erfährt. Innerhalb der letzteren wird man am besten natürliche Untergruppen, wie Orbita, Nasenregion, Unterkiefer usw., machen und diese möglichst für sich getrennt beobachten. Nach dieser natürlichen Gliederung richtet sich daher auch die Einteilung der kraniometrischen Technik; sie behandelt zuerst die Messungen des Gehirnschädels, dann des Gesichtsschädels, erst am Schluß folgen solche Beobachtungen, die den Schädel als Ganzes betreffen.

Der Umfang einer jeden kraniologischen Analyse wird durch die Fragestellung bedingt. Handelt es sich nur um eine allgemeine Charakteristik eines Schädels oder einer Gruppe von Schädeln, so wird man sich mit wenigen Messungen begnügen können. Die Erfahrung hat gelehrt, daß für eine solche allgemeine Charakteristik zu viele Maßzahlen die Vorstellung und damit das Verständnis der Form nur erschweren. Sollen aber Vergleiche mit nahverwandten Formen angestellt, sollen sexuelle oder gar individuelle Differenzen erkannt werden, so ist es notwendig, die Messungen bedeutend zu vermehren. Denn je mehr Einzelheiten der Beobachtung und Messung unterzogen werden, um so feiner wird die Analyse sein, um so leichter werden Übereinstimmungen und Verschiedenheiten deutlich. Für solche Untersuchungen gibt es keine Schablone. Man betrachte daher das aufgestellte Beobachtungsblatt (vgl. die Beilage) nicht als ein starres System, es ist vielmehr nur als ein Vorschlag aufzufassen, der sich auf langjährige Erfahrung stützt. Die wichtigste Aufgabe der Kranimetrie ist ferner nicht das Aufsuchen einzelner Variationen und Anomalien, wie vielfach angenommen wird, sondern die eine Systematik ermöglichende Charakterisierung der allgemeinen Schädelform der einzelnen menschlichen Gruppen.

### 1. Geschlechts- und Altersbestimmung; Erhaltungszustand

Der Messung selbst vorauszugehen hat die Ausfüllung der allgemeinen Rubriken des Beobachtungsblattes: Nummer, Provenienz, Bezeichnung usw. (vgl. auch S. 274). Ferner ist es vorteilhaft, von Anfang an die Jugendformen und die senilen Schädel auszuscheiden, d. h. gesondert zu behandeln und auch die Geschlechtstrennung vorzunehmen, und zwar, wo positive Angaben fehlen, auf Grund der weiter unten angegebenen Anhaltspunkte. In erster Linie ist dabei auf das Schädelgewicht, die Kapazität und das Verhältnis von Basis zum Median-sagittalbogen, und erst in zweiter Linie auf die Formunterschiede zu achten. Schädel, die nicht sicher einem Geschlecht ( $\sigma^7$  = männlich,  $\varphi$  = weiblich) zugewiesen werden können, sind als allophys (= andersgeschlechtlich) zu bezeichnen und in einer besonderen Gruppe zu vereinigen. Als Zeichen dafür wähle man:  $\bigcirc$  oder  $\varphi$ . In Serien, die einige Schädel enthalten, deren Geschlecht bekannt ist, wird man sich bei der Diagnose hauptsächlich nach diesen richten. Die Geschlechtsdiagnose kann nur dann als zuverlässig angesehen werden, wenn mehrere Merkmale gleichsinnig für ein bestimmtes Geschlecht sprechen. Stets ist genau anzugeben, ob das Geschlecht des Schädels positiv bekannt ist oder nur bestimmt wurde; in letzterem Falle ist das Geschlechtszeichen auf dem Beobachtungsblatt mit einem ! zu versehen.

Im einzelnen sind folgende Eigentümlichkeiten für die Geschlechtsbestimmung am Schädel zu berücksichtigen, doch kann auch mit ihrer Hilfe die Bestimmung nie völlig exakt erfolgen, weil sich männliche und weibliche Formgestaltung in der Wirklichkeit größerer Gruppen stets überschneiden, auch einzelne morphologische Merkmale für die verschiedenen Rassen eine unterschiedliche Bedeutung haben können:

$\sigma^7$	$\varphi$
größer und schwerer	kleiner und leichter
Innenraum größer	Innenraum kleiner
Foramen magnum größer	Foramen magnum kleiner
Knochen dicker	Knochen dünner
Gehirnschädel weniger gewölbt (Medianbogen kürzer im Verhältnis zur Länge der Basis)	Gehirnschädel stärker gewölbt (Medianbogen länger im Verhältnis zur Länge der Basis)
Stirnbein mehr fliehend, Wölbung gleichmäßiger	Stirnbein im unteren Abschnitt steil gestellt, dann plötzlich nach hinten gewendet (Orthometopie)
(absolut und im Verhältnis zur Größe des Schädels)	



♀

Tubera frontalia parietalia wenig ausgeprägt  
 Glabella und Arcus superciliaris kräftig ausgebildet  
 Oberrand der Augenhöhle ziemlich dick  
 Muskelleisten kräftig ausgebildet  
 (besonders an der Protuberantia occipitalis externa und den Nackenlinien zu erkennen)  
 Warzenfortsatz groß  
 Gesichtsschädel größer  
 Schädelgesichtsbreitenindex höher

(absolut und im Verhältnis zum Gehirnschädel)

Gesicht höher im Verhältnis zu seiner Breite  
 Zahnbogen größer, mehr gerundet  
 Zähne größer

♂

Tubera frontalia und parietalia stärker ausgeprägt  
 Glabella und Arcus superciliaris schwach ausgebildet  
 Oberrand der Augenhöhle scharfkantig  
 Muskelleisten schwach ausgebildet  
 Warzenfortsatz klein  
 Gesichtsschädel kleiner  
 Schädelgesichtsbreitenindex niedriger

Gesicht niedriger im Verhältnis zu seiner Breite  
 Zahnbogen kleiner, mehr spitzig  
 Zähne kleiner

Auch das Alter eines Schädels muß, wenn dasselbe nicht genau bekannt ist, annähernd bestimmt werden. Dafür sind folgende Bezeichnungen gebräuchlich:

**I n f I** (= Infans) oder kindlich I = frühe Kindheit: von der Geburt bis zum Durchbruch der ersten bleibenden Molaren (beim Europäer etwa bis zum 7. Lebensjahr).

**I n f II** (= Infans) oder kindlich II = spätere Kindheit: vom vollendeten Durchbruch der ersten bis zum vollendeten Durchbruch der zweiten bleibenden Molaren (bei Europäern etwa bis zum 14. Lebensjahr).

**J u v** (= Juvenis) oder jugendlich = Jugendalter: vom vollendeten Durchbruch der zweiten bleibenden Molaren bis zum Schluß der Synchondrosis sphenooccipitalis (bei Europäern bis etwa zum 18. oder 22. Lebensjahr).

**A d** (= Adultus) oder erwachsen = kräftiges Alter: sämtliche Zähne durchgebrochen ( $M_3$  kommt gelegentlich nicht zum Durchbruch) und Abschleifung der Kauflächen begonnen. Sämtliche Schädelnähte mit Ausnahme kleiner Stellen noch deutlich offen (bei Europäern bis Ende der 30er Jahre).

**M a t** (Maturus) oder reif = reifes Alter: Abschleifung der Kauflächen der Zähne fortgeschritten. Verknöcherung der Schädelnähte, jedoch nicht bis zum völligen Verschwinden derselben (bei Europäern bis Ende der 50er Jahre).

**S e n** (= Senilis) oder greisenhaft = Greisenalter: hochgradige ausgedehnte Nahtverknöcherung oder vollständiges Verstrichensein der Nähte. Mehr oder weniger ausgedehnter Alveolenschluß infolge Zahnausfalles (bei Europäern nach dem 60. Lebensjahr). Der Knochen alter Schädel ist auch poröser als in der Jugend.

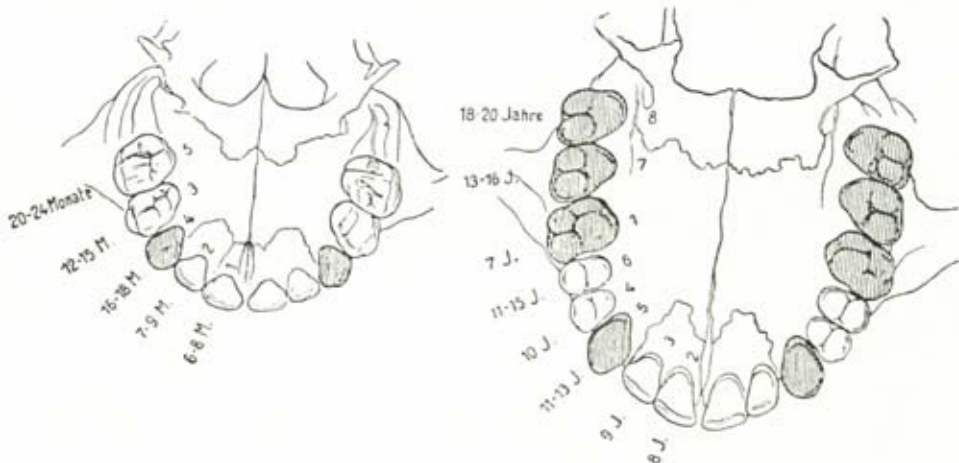


Abb. 224. Schema des Gebisses zur Altersbestimmung kindlicher und jugendlicher Schädel (nach WELCKER). Die eingedruckten Zahlen geben die Reihenfolge und die approximative Zeit des Durchbruches an.



Die Bestimmung erfolgte also in erster Linie nach dem Befund des Gebisses und der Schädelnähte. Die Nahtobliteration bietet allerdings wegen der großen individuellen Variabilität und des Einflusses der Schädelform keine sicheren Anhaltspunkte.

Beim Gebiß (Abb. 224) gelten die hier angegebenen Durchbruchzeiten zunächst nur für Europäer; sie dürften bei tropischen Rassen eine Verschiebung nach früheren Lebensaltern erfahren und haben sich auch in Europa mit der Akzeleration der letzten Jahrzehnte verschoben. Vergleichbar hinsichtlich des Alters sind eigentlich nur gleiche Entwicklungsstadien, wie sie durch gleiche Gebißentwicklung charakterisiert werden. Dies gilt mehr als für den Menschen für die übrigen Primaten, die als Wildformen unter gleichmäßigeren Umweltbestimmungen leben als die kulturell so verschieden hoch entwickelte menschliche Population.

Für Untersuchungen zur Feststellung des Rassentypus sind nur die Schädel Erwachsener der adulten und maturen Periode zu verwenden.

Der Erhaltungszustand der Schädel wird durch die folgenden Termini charakterisiert:

Cranium = vollständiger Schädel mit Unterkiefer.

Calvarium = Schädel ohne Unterkiefer.

Calvaria = Gehirnschädel ohne Gesichtsskelett.

Calva oder Calotte = Schädeldach ohne Basis. Sind einzelne Teile eines Schädels defekt, so muß dies erwähnt werden.

Wichtig ist auch, ob die Messungen an frischen, erst vor kurzem von ihren Weichteilen entblößten Schädeln oder an trockenem Sammlungsmaterial vorgenommen werden, denn durch das Eintrocknen erleidet der Schädel gewisse, wenn auch geringe Veränderungen sowohl in den absoluten Dimensionen als in seinen allgemeinen Formverhältnissen. Dies zeigt die folgende Tabelle:

Differenz zwischen feuchtem und trockenem Zustand des Schädels.

Maße	n. BROCA absolut	n. WELCKER absolut	n. CZEKANOWSKI	
			absolut	in %
Größte Schädellänge	—2,0 mm	—0,6 mm	—1,45 mm	0,83
Größte Schädelbreite	—1,6 mm	—1,1 mm	—0,95 mm	0,64
Basion-Bregma-Höhe	—1,4 mm	—1,0 mm	—0,95 mm	0,72
Horizontal-Umfang	—5,0 mm	—3,8 mm	—	—
Mediansagittal-Bogen	—4,0 mm	—3,8 mm	—	—
Transversal-Bogen	—	—2,9 mm	—	—
Kleinste Stirnbreite	—	—	—0,58 mm	0,59
Jochbogenbreite	—	—	—1,00 mm	0,75
Kapazität	—42,0 ccm	—25,0 ccm	—32,5 ccm	2,24

Dies sind Mittelwerte. Individuell kann die Kapazität natürlich trockener Schädel nach Anfeuchtung um 29—74 ccm zunehmen.

Auch der Unterkiefer erleidet Veränderungen, so daß ausgetrocknete Unterkiefer oft nicht mehr recht in die Gelenkgruben zu passen scheinen. Die Kondylenbreite kann durch die Eintrocknung eine Reduktion erfahren, die zwischen 3 und 9 mm schwankt. Durch längeres Eintauchen in Wasser wird die ursprüngliche Form wieder erreicht.

Sehr starke Formveränderungen erfahren durch Eintrocknen und Schrumpfung natürlich die Schädelchen von Feten und Kindern, da sich die Verkürzungen in der Richtung senkrecht auf die Nähte in höherem Grade als in der entgegengesetzten Richtung geltend machen. Daß mit dem hygrometrischen Zustand des Schädels auch das Gewicht variiert, ist selbstverständlich.

## 2. Schädelebenen und -linien

Um Schädel miteinander vergleichen zu können, müssen sie im Raum eine gleichmäßige Anordnung erfahren. Wie wichtig eine solche Forderung ist, zeigt die Aufnahme ein und desselben Schädels in der Scheitelansicht, einmal bei Einstellung in die Ohr-Augen-Ebene (Abb. 225 a) und dann bei Einstellung in die Alveolokondylen-Ebene, d. h. mit einer leichten Drehung um 10° nach vorn und

oben (Abb. 225 b). Den großen Einfluß, den die Einstellung auch auf die Norma frontalis ausübt, lehrt ein Vergleich der Abbildungen. Die aus solchen Erfahrungen entsprungene Erkenntnis führte schon seit langer Zeit zur Annahme bestimmter Vergleichs- und Orientierungsebenen.

Über die Mediansagittal-Ebene kann kein Zweifel bestehen; sie ist durch drei Punkte (Nasion, Inion und Basion) bestimmt. Zwar liegen diese nicht immer in der strengen Medianebene des Schädels, aber die Abweichungen sind so unbedeutend, daß sie in der Praxis vernachlässigt werden können (vgl. auch unter Asymmetrie des Schädels).

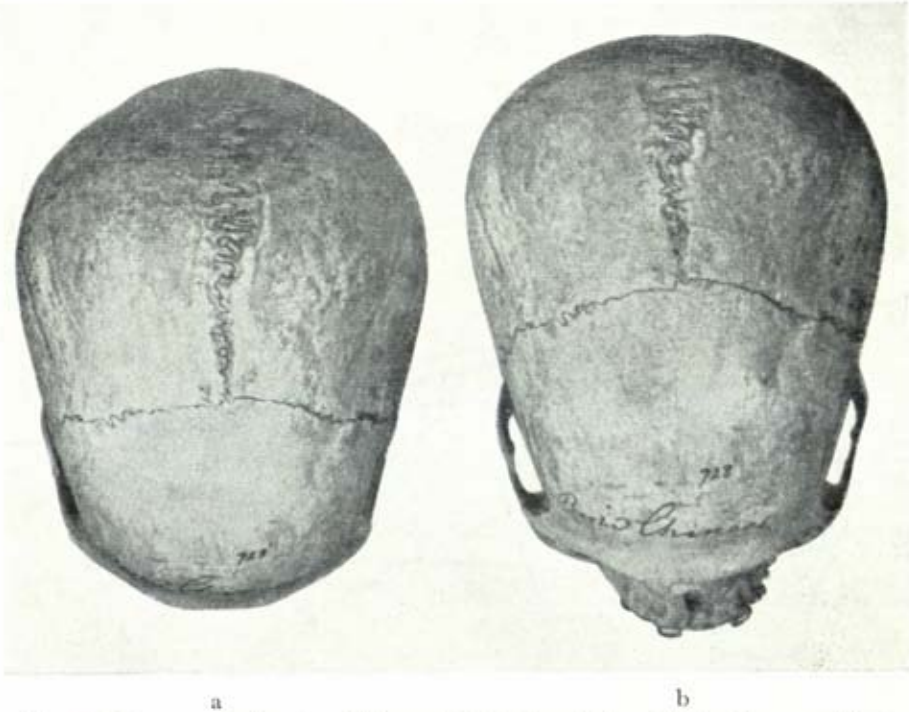


Abb. 225. Norma verticalis eines Chinesenschädels.  $\frac{2}{3}$  nat. Gr. a in die Ohraugen-Ebene, b in die Alveolokondylen-Ebene eingestellt.

Wichtiger, aber auch schwieriger zu bestimmen ist die Horizontal-Stellung des Schädels, die auch zur Abnahme einiger Höhenmaße und für bestimmte Winkelmessungen notwendig wird. Es sind zur Erreichung dieses Zieles eine große Reihe von Ebenen bzw. Linien vorgeschlagen worden, in welche der Schädel zur allgemeinen Beobachtung und zur Vornahme verschiedener Messungen eingestellt werden muß (Abb. 226).

1. Die O h r - A u g e n - E b e n e (OAE), auch „Frankfurter Horizontal-Ebene“ genannt (zuerst angenommen durch die Münchener Craniometrische Konferenz 1877 und durch die sogenannte Frankfurter Verständigung 1884). Die Ebene wird gemäß der vereinbarten Definition bestimmt durch die Mittelpunkte der Oberländer der äußeren Gehöröffnungen und die tiefsten Punkte der Unterränder der beiden Orbitae.

Diese Forderung allerdings, beide Poria und beide Orbitalia in eine Ebene zu bringen, ist bei den stets vorhandenen, wenn auch häufig leichten Asymmetrien des

Schädels praktisch undurchführbar; man begnüge sich daher mit den beiden Poria und einem Orbitale, da eine Ebene mathematisch ja durch drei Punkte bestimmt wird. Ob das rechte oder linke Orbitale gewählt wird, kommt dabei nicht in Betracht, da die beiden Ohraugen-Linien nur einen ganz kleinen,  $4^\circ$  nicht übersteigenden Winkel zusammen bilden. Aus praktischen Gründen wird gewöhnlich das linke Orbitale zur Einstellung benützt. Zum Einzeichnen der Ohraugenlinie in die Seitenansicht oder Mediansagittal-Kurve eines Schädels genügt natürlich ein Porion und ein Orbitale.

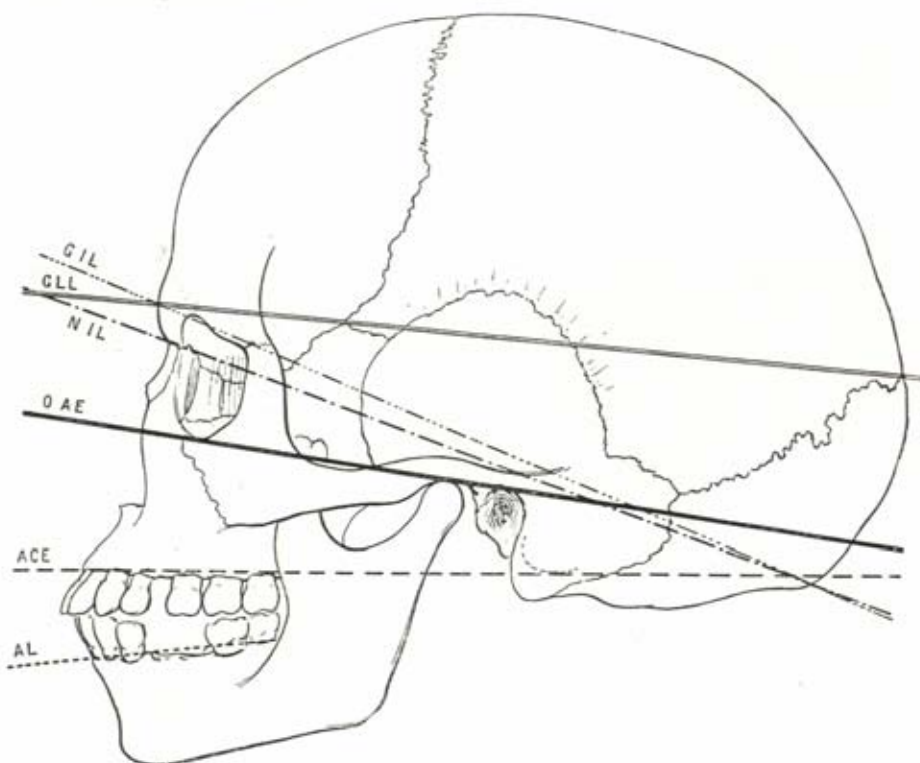


Abb. 226. Schädel in der Norma lateralis mit eingezeichneten Schädelebenen.

Gegen die Ohraugen-Ebene ist geltend gemacht worden, daß ein oder zwei der sie bestimmenden Punkte gar nicht zur Hirnkapsel gehören, sondern am Gesichtsschädel liegen, und daß infolgedessen besonders Lage und Ausmaß der Schädelhöhe durch ein außerhalb des Gesichtsschädels liegendes Moment bedingt werde. Dieser Einwurf ist richtig, und wir können für die Betrachtung des Gehirnschädels allein andere Horizontal-Ebenen wählen (siehe unten). Ferner muß zugegeben werden, daß auch das Porion kein Punctum fixum ist und vor allem während des Wachstums des Schädels seine Lage verändert. Aber der gleiche Einwand kann gegen fast alle Punkte des Schädels erhoben werden. Dennoch ist die Ohraugen-Ebene zur allgemeinen Orientierung des Schädels sowie für Winkelmessungen am Gesichtsschädel beizubehalten, weil sie den ganzen Schädel in eine Lage im Raum bringt, die der sogenannten physiologischen Horizontalen, d. h. der mittleren, natürlichen, ungewungenen und geraden Kopfhaltung des aufrecht stehenden Menschen, bei welcher der Kopf sich möglichst in der Gleichgewichtslage befindet, am nächsten kommt, also in eine Lage, in der wir den Kopf eines Menschen zu sehen gewöhnt sind. Obwohl die Punkte zur Feststellung der Ohr-Augen-Ebene nicht in der Mediansagittal-Ebene, sondern seitlich davon liegen, so kann sie doch mit unseren Instrumenten leicht auf diese projiziert werden. Die Ohraugen-Ebene ist die einzige Ebene, die auch am Kopf des Lebenden bestimmt werden kann; sie gestattet daher Kopf und Schädel in die gleiche Lage zu bringen, ein Umstand, der die vergleichende Betrachtung des Lebenden mit dem Skelett in hohem Maße erleichtert.



2. Die von den französischen Anthropologen vielfach bevorzugte Ebene ist die schon 1815 von SPIX eingeführte **Alveolokondylen-Ebene** (auch BROCA'sche Ebene genannt, ACE), die durch das Prosthion und die beiden tiefsten Punkte der Hinterhauptskondylen gelegt wird.

BROCA nimmt an, daß diese Ebene mit der Orbitalachsen- oder Blick-Ebene parallel läuft und daß sie daher am besten der normalen Haltung eines geradeaus blickenden Individuums entspreche. Wird der Schädel auf diese Horizontale orientiert, so ist er aber zu stark nach hinten geneigt (vgl. Fig. 227), und ferner ist diese Ebene am Lebenden auch nicht annähernd zu bestimmen. Sie ist auch infolge der ungewohnten Rückwärtsneigung nicht brauchbar für die photographische Aufnahme von Schädel und Kopf, weil dadurch das Untergesicht zu stark nach vorn vorsteht, während die Stirnregion unnatürlich zurückgeschoben und fliegend erscheint (vgl. Abb. 224). Nur für Menschen mit starkem Tonus der Nackenmuskulatur pflegt diese Kopfhaltung die natürliche zu sein. Sie fällt dem Beobachter sofort als ungewohnt auf.

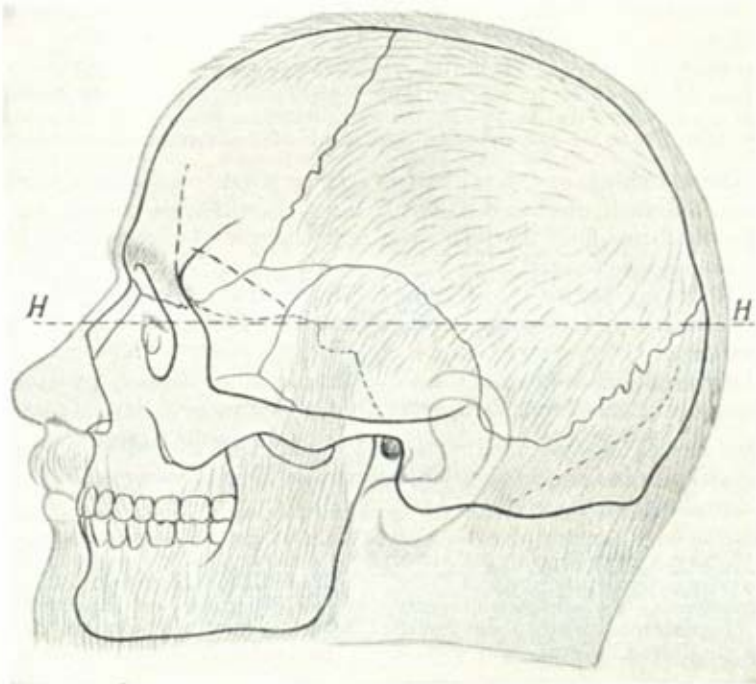


Abb. 227. Schädel und Kopf des Verbrechers Vacher, auf die Alveolokondylen-Ebene orientiert (nach PAPILLAUT). Dreht man die Figur um  $10^\circ$  nach vorn, so bekommt man eine natürliche Einstellung, die derjenigen der Ohraugen-Ebene entspricht.

3. Die **Nasion-Inion-Linie (NIL)**. Die Linie geht durch Nasion und Inion.

Da der letztgenannte Punkt in seiner Lage aber nicht immer eindeutig zu bestimmen ist, so unterliegt die Linie einer gewissen individuellen Schätzung, wodurch natürlich auch die auf diese Linie bezogenen Höhen und Winkel beeinflusst werden. Wird die Linie horizontal gerichtet, so ist der Schädel zu stark nach vorn geneigt, sie wird daher am besten nur für die Untersuchung des Gehirnschädels verwendet, erweist sich hier aber als sehr brauchbar.

4. Die **Glabello-Inion-Linie (GIL)**, auch **SCHWALBESCHE Horizontale** genannt. An Stelle des Nasion wird als frontaler Punkt die Glabella gewählt.

Mit der verschiedenen Höhenlage derselben erfährt auch diese Linie kleine Schwankungen. Die durch sie senkrecht zur Mediansagittalebene gelegte Ebene entspricht am meisten der sogenannten *RIEGERSchen Horizontalen*, die statt durch die Glabella durch die Ohrränder der beiden Orbitae gelegt wird. Eine weitere Modifikation ist die *Ophryon-Inion-Linie*, die nach E. SCHMIDT noch besser als die genannten Linien der Ebene der Großhirnbasis entsprechen soll. In der Tat wird durch alle die in dieser Linie senkrecht zur Mediansagittal-Ebene errichteten Ebenen der Schädelraum für Cerebellum, Medulla oblongata und Pons von dem Großhirnraum abgegrenzt, nur der *Monticulus cerebelli* ragt in denselben hinein, während andererseits ein kleiner Teil des Schläfenlappens von der Ebene abgeschnitten wird.

4a. Die *Subcerebral-Ebene* (nach KEITH) wird an der Profilzeichnung dadurch gefunden, daß man die Mittelpunkte der Sutura frontomalaris und der Sutura parietomastoidea miteinander verbindet.

5. Die *Glabello-Lambda-Linie* (GLL), auch *HAMYSche Linie* genannt, verbindet Glabella mit Lambda. Auf dieser Linie steht eine Bregma und Basion verbindende Vertikale ganz oder annähernd senkrecht (KLAATSCH, FALKENBURGER).

Die durch die senkrecht zur Mediansagittal-Ebene gelegte Ebene und ihre Neigung zu anderen Schädelebenen ist von der Hoch- oder Tieflage des Lambda abhängig, die ihrerseits wieder durch die Ausbildung der Occipitalsehne bedingt ist. Als Modifikation der genannten Ebene sei noch die selten gebrauchte Nasion-Lambda-Linie erwähnt.

6. Die *Glabello-Opisthion-Linie* (GOL) verbindet Glabella und Opisthion. Sie stellt die beste Basislinie des Gehirnschädels dar, da nur kleine Teile des Keilbeins über die in ihr senkrecht auf die Mediansagittal-Ebene errichtete Ebene hinausragen.

7. Die *Schädelbasis-Linie* (NBL) verbindet Nasion mit Basion. Die in ihr senkrecht zur Mediansagittal-Ebene errichtete Ebene bildet die Trennungsebene zwischen Gehirn- und Gesichtsschädel. Da sie mit der Ohr-Augen-Ebene einen durchschnittlichen Winkel von  $27^\circ$  bildet, kann sie indirekt zur Horizontaleinstellung des ganzen Schädels benutzt werden (THOMSON u. RANDALL MACIVER).

Speziell zum Studium des Unterkiefers werden auch die beiden *Alveolarrand-Linien* (AL; auch *Alveolar-Horizontale* oder *Alveolarrand-Horizont* genannt) und die durch sie gelegte Ebene verwendet.

Dieselbe wird bestimmt durch die Alveolenränder der mittleren Incisiven und der letzten Molaren, gleichgültig, ob die Alveolarränder der übrigen Zähne dieser Linie entsprechen oder unter diesen Horizont sinken. Nur an Kraniogrammen festzustellen.

OETTEKING (1926) schlägt stattdessen vor, die Meßpunkte auf den deutlich verdickten Alveolarsaum zwischen die mittleren Schneidezähne und zwischen die beiden Wurzeln des dritten Molaren (oder wenn dieser fehlt, auf den zweiten) zu legen.

Die gegenseitige Richtung der einzelnen Horizontal-Ebenen bzw. -Linien zueinander ist von verschiedenen Autoren studiert worden. Die wichtigsten Resultate sind die folgenden:

Von der Ohraugen-Ebene weichen ab:

a) Die *Glabello-Inion-Linie*

bei Europäern (meist Badener)	um $15^\circ 0$	(9— $21^\circ 5$ )	
„ Polen	„ $13^\circ 8$	(9— $19^\circ 0$ )	
„ Schweizern (Bündner)	„ $12^\circ 3$	(8— $16^\circ 0$ )	
„ Asiaten	„ $12^\circ 2$	(6— $21^\circ 0$ )	
„ Birmanen	„ $12^\circ 0$	(7— $17^\circ 0$ )	
„ Battak	„ $12^\circ 0$	(8— $16^\circ 0$ )	BREITBART
„ Ägyptern	„ $14^\circ 7$	(11— $20^\circ 0$ )	„
„ Neger	„ $12^\circ 8$	(8— $16^\circ 0$ )	„
„ Australiern	„ $13^\circ 5$	(9— $17^\circ 0$ )	NAGEL
„ Südsee-Insulanern	„ $12^\circ 1$	(6— $17^\circ 0$ )	„
„ Papua	„ $14^\circ 4$	(10— $20^\circ 0$ )	BREITBART
„ Amerikanern	„ $13^\circ 1$	(8— $22^\circ 0$ )	NAGEL

## b) Die Nasion-Inion-Linie

bei Europäern (Badener)	um	12 <sup>90</sup>	(7—18 <sup>0</sup> )	NAGEL
„ Polen	„	8 <sup>67</sup>	(5—15 <sup>0</sup> )	LOTH
„ Asiaten	„	9 <sup>90</sup>	(3—17 <sup>0</sup> )	„
„ Ägyptern	„	13 <sup>95</sup>	(7—20 <sup>0</sup> )	NAGEL
„ Negern	„	10 <sup>60</sup>	(5—13 <sup>0</sup> )	„
„ Australiern	„	10 <sup>65</sup>	(6—14 <sup>0</sup> )	„
„ Südsee-Insulanern	„	8 <sup>69</sup>	(3—12 <sup>0</sup> )	„
„ Amerikanern	„	10 <sup>91</sup>	(5—19 <sup>0</sup> )	„
„ Eskimo	„	10 <sup>99</sup>	(7—15 <sup>0</sup> )	OETTEKING
„ Maori	„	9 <sup>68</sup>	(7—11 <sup>0</sup> )	MOLLISON

## c) Die Glabella-Lambda-Linie

bei Polen	um	8 <sup>69</sup>	(4—12 <sup>0</sup> )	LOTH
„ Schweizer (Danis)	„	7 <sup>64</sup>	(3—12 <sup>0</sup> )	REICHER
„ Telengeten	„	7 <sup>65</sup>	(2—18 <sup>0</sup> )	„
„ Torguten	„	7 <sup>66</sup>	(2—11 <sup>0</sup> )	„
„ Kalmücken	„	7 <sup>67</sup>	(1—14 <sup>0</sup> )	„
„ Buriaten	„	7 <sup>68</sup>	(4—11 <sup>0</sup> )	„
„ Chinesen	„	6 <sup>65</sup>	(1—12 <sup>0</sup> )	„

## d) Die Nasion-Basion-Linie

bei Torguten	um	25 <sup>63</sup>	(21—31 <sup>0</sup> )	REICHER
„ Schweizer (Danis)	„	27 <sup>91</sup>	(21—31 <sup>0</sup> )	„
„ Telengeten	„	25 <sup>68</sup>	(20—32 <sup>0</sup> )	„
„ Kalmücken	„	26 <sup>66</sup>	(23—35 <sup>0</sup> )	„
„ Chinesen	„	30 <sup>65</sup>	(25—35 <sup>0</sup> )	„
„ Buriaten	„	26 <sup>64</sup>	(22—29 <sup>0</sup> )	„
„ Ägyptern	„	28 <sup>61</sup>	(23—39 <sup>0</sup> )	OETTEKING
„ Ägyptern	„	27 <sup>60</sup>	(22—34 <sup>0</sup> )	THOMSON u. MACIVER
„ Eskimo	„	29 <sup>60</sup>	(25—32 <sup>0</sup> )	OETTEKING
„ Maori	„	26 <sup>68</sup>	(23—31 <sup>0</sup> )	MOLLISON

## e) Die Alveolokondylen-Ebene

bei Ägyptern	um	7 <sup>65</sup>	(1—13 <sup>0</sup> )	OETTEKING
„ Eskimo	„	6 <sup>65</sup>	(3—11 <sup>0</sup> )	„
„ Europäern (Tirolern)	„	10 <sup>60</sup>	(4—15 <sup>0</sup> )	FRIZZI

Die genauesten Angaben über die Abweichungen verschiedener Ebenen von der Ohr-Augen-Ebene liefert für Rassen verschiedener Schädelformen die folgende Tabelle (nach LÜTHY):

Gruppe	Anzahl	Winkel der Nasion-Basion-Ebene zur Ohr-Augen-Ebene			Winkel der Prosthion-Basion-Ebene zur Ohr-Augen-Ebene			Winkel der Nasion-Lambda-Ebene zur Ohr-Augen-Ebene			Winkel der Glabella-Lambda-Ebene zur Ohr-Augen-Ebene		
		Mittelwert	Absolute Variation	Stet. Abweichung	Mittelwert	Absolute Variation	Stet. Abweichung	Mittelwert	Absolute Variation	Stet. Abweichung	Mittelwert	Absolute Variation	Stet. Abweichung
Bündner	35	27 <sup>66</sup>	23—33 <sup>0</sup>	2,26	12 <sup>05</sup>	7—17 <sup>0</sup>	2,91	10 <sup>11</sup>	4—17 <sup>0</sup>	2,79	7 <sup>10</sup>	0—14 <sup>0</sup>	2,80
Wedda	17	28 <sup>05</sup>	24—32 <sup>0</sup>	2,28	8 <sup>04</sup>	3—15 <sup>0</sup>	9,16	8 <sup>07</sup>	5—13 <sup>0</sup>	2,44	5 <sup>05</sup>	2—10 <sup>0</sup>	2,44
Tamilen	20	27 <sup>09</sup>	25—32 <sup>0</sup>	1,90	8 <sup>00</sup>	3—12 <sup>0</sup>	2,80	10 <sup>06</sup>	5—16 <sup>0</sup>	2,38	7 <sup>05</sup>	2—13 <sup>0</sup>	2,54
Singhalesen	13	26 <sup>07</sup>	22—29 <sup>0</sup>	2,26	9 <sup>05</sup>	6—14 <sup>0</sup>	2,45	10 <sup>09</sup>	9—13 <sup>0</sup>	1,40	8 <sup>01</sup>	6—10 <sup>0</sup>	1,30
Birmanen	20	27 <sup>07</sup>	23—33 <sup>0</sup>	2,45	13 <sup>00</sup>	8—20 <sup>0</sup>	2,86	12 <sup>00</sup>	8—18 <sup>0</sup>	2,50	8 <sup>06</sup>	5—14 <sup>0</sup>	2,36
Chinesen	11	28 <sup>01</sup>	24—34 <sup>0</sup>	3,32	11 <sup>05</sup>	9—15 <sup>0</sup>	1,93	11 <sup>00</sup>	8—15 <sup>0</sup>	2,48	7 <sup>07</sup>	5—12 <sup>0</sup>	2,22
Battak	27	28 <sup>05</sup>	25—34 <sup>0</sup>	2,50	11 <sup>07</sup>	7—17 <sup>0</sup>	2,07	11 <sup>09</sup>	5—18 <sup>0</sup>	2,77	8 <sup>06</sup>	2—15 <sup>0</sup>	2,79
Dschagga	22	27 <sup>00</sup>	23—30 <sup>0</sup>	2,13	9 <sup>06</sup>	4—14 <sup>0</sup>	2,84	9 <sup>06</sup>	2—18 <sup>0</sup>	3,33	6 <sup>06</sup>	1—15 <sup>0</sup>	2,66
Kameruner	32	29 <sup>08</sup>	25—33 <sup>0</sup>	1,97	7 <sup>05</sup>	4—13 <sup>0</sup>	2,60	12 <sup>00</sup>	6—17 <sup>0</sup>	2,77	9 <sup>03</sup>	5—15 <sup>0</sup>	2,91
Papua	21	29 <sup>00</sup>	25—34 <sup>0</sup>	2,13	8 <sup>07</sup>	5—13 <sup>0</sup>	2,15	8 <sup>05</sup>	3—16 <sup>0</sup>	3,00	5 <sup>02</sup>	0—11 <sup>0</sup>	2,81
Australier	13	29 <sup>00</sup>	25—32 <sup>0</sup>	2,14	8 <sup>02</sup>	5—11 <sup>0</sup>	1,92	7 <sup>05</sup>	4—12 <sup>0</sup>	2,37	4 <sup>02</sup>	1—9 <sup>0</sup>	2,50



Im allgemeinen, ohne Rücksicht auf die Rassenunterschiede, zeigen die Glabello-Lambda-Linie, dann die Nasion-Lambda-Linie, ferner die Alveolokondylen-Ebene und die Prosthion-Basion-Linie die geringste Abweichung von der Ohr-Augen-Ebene. Die genaue Berücksichtigung der oben mitgeteilten Zahlen bringt aber nicht nur interessante Unterschiede im Bau des Schädels einzelner Rassen zum Ausdruck, sondern gestattet auch, solche Schädel annähernd in die Ohr-Augen-Ebene einzustellen und dadurch vergleichbar zu machen, bei welchen Porion oder Orbitale nicht mehr vorhanden sind.

Nach ADACHI (1904) schneidet die Orbitalachsen-Ebene die Ohr-Augen-Ebene bei Europäern vor, bei Japanern hinter der Orbita; die entsprechenden Werte sind: Europäer  $-2^{\circ}2$  ( $-10$  bis  $+4^{\circ}$ ), Japaner  $+1^{\circ}6$  ( $-5$  bis  $+11^{\circ}$ ). An vielen japanischen Schädeln aber laufen die beiden Ebenen parallel.

Von der Glabella-Lambda-Linie weichen ab (SCHWALBE):

die Glabella-Inion-Linie bei verschiedenen Rassen um  $22$  ( $15-30^{\circ}$ ),

die Glabella-Inion-Linie bei *Homo neanderthalensis* um  $16^{\circ}$ .

Nach WETZEL (1910) läuft eine durch die obere Gelenkfläche des Epistropheus gelegte Grundhorizontale mit der Glabello-Lambda-Linie annähernd parallel.

Man wird nun derjenigen Ebene den Vorzug geben müssen, die einerseits bei Individuen der gleichen Rasse die konstanteste Lage hat, also eine geringe stetige Abweichung zeigt, und die andererseits die Rassenunterschiede eines auf sie bezogenen Merkmals möglichst markant zum Ausdruck bringt, also die größten Differenzen der Rassenmittel aufweist. Von diesem Gesichtspunkt aus ergibt sich für die Wertigkeit der Schädelebenen, besonders im Hinblick auf die Winkelmessungen des Gesichts, die folgende Reihenfolge: Ohr-Augen-Ebene, Nasion-Basion-Linie, Glabello-Lambda-Linie, Prosthion-Basion-Linie und Nasion-Lambda-Linie. Dies geht aus der folgenden Tabelle (nach LÜTHY) hervor:

	Winkel der Profilinie zur				
	Ohr-Augen-Ebene	Nasion-Basion-Linie	Prosthion-Basion-Linie	Glabello-Lambda-Linie	Nasion-Lambda-Linie
Durchschnittliche stetige Abweichung	$\pm 2,88$	$\pm 3,47$	$\pm 3,20$	$\pm 3,90$	$\pm 3,97$
Durchschnittliche Differenzen der Mittelwerte	$3^{\circ}8$	$2^{\circ}8$	$3^{\circ}4$	$3^{\circ}5$	$3^{\circ}4$

Handelt es sich nur um Messungen am Gehirnschädel allein (also mit Ausschluß des Gesichtsschädels), so hat die Glabello-Lambda-Linie eine größere Bedeutung auf Grund ihrer geringen stetigen Abweichung, obwohl die durchschnittliche Differenz der Mittelwerte auch hier wieder für die Ohr-Augen-Ebene als die beste Horizontale spricht. Übrigens hat schon E. SCHMIDT nachgewiesen, daß die Ohr-Augen-Ebene den Vorzug der geringsten Schwankung und der größten Stabilität besitzt. Erwähnenswert ist auch noch, daß die obere Fläche des Keilbeinkörpers sowie des harten Gaumens in der Mehrzahl der Fälle mit der Ohr-Augen-Ebene parallel laufen.

Auch für die Schädel der übrigen Primaten ist die Ohr-Augen-Ebene beizubehalten, obwohl hier die andere Orientierung des Kopfes zur Wirbelsäule infolge des halbbrechten oder quadrupeden Ganges den Schädel in eine falsche physiologische Stellung bringt und die gegenseitige Lage von Porion und Orbitale in den verschiedenen Primatengruppen nicht die gleiche ist. Aber nur bei gleicher

Orientierung im Raum ist ein Vergleich des Affenschädels mit dem menschlichen Schädel möglich.

### γ) Schädelnormen

Nach der gewählten Ebene, für uns die Ohr-Augen-Ebene, richten sich dann auch die sogenannten Normen, d. h. Ansichten des Schädels, denn die Ebenen dieser Normen müssen senkrecht zur Horizontalen gerichtet sein (vgl. dazu die Abb. 247). Man unterscheidet:

1. *Norma verticalis* = Scheitelansicht, Ansicht des Schädels von oben bei horizontal bzw. vertikal gestellter Ohr-Augen-Ebene.

2. *Norma basilaris* oder *basalis* = Grund- oder Unteransicht. Ansicht des Schädels von unten, unter gleichen Bedingungen wie bei 1.

3. *Norma lateralis* oder *temporalis* = Seitenansicht. Bei senkrecht gerichteter Mediansagittal-Ebene und horizontaler Einstellung der Ohr-Augen-Ebene. Man kann eine *Norma lateralis dextra* und *sinistra* unterscheiden.

*Norma frontalis* oder *facialis* = Gesichtsansicht. Ansicht des Schädels von vorn bei Einstellung in die Ohr-Augen-Ebene.

5. *Norma occipitalis* = Hinterhauptsansicht. Ansicht des Schädels von hinten unter gleichen Bedingungen wie in 4.

6. *Norma sagittalis* oder *mediana* = Innenansicht, d. h. Ansicht des mediansagittal durchschnittlichen Schädels bei Einstellung in die Ohr-Augen-Ebene.

7. *Norma basilaris interna* = innere Grundansicht, die durch einen Horizontaldurchschnitt des Schädels zugänglich wird.

## 2. Instrumentarium

Für die Messungen gerader Linien am Schädel bedient man sich der gleichen Instrumente, die auch für die Untersuchung am Lebenden Verwendung finden. Damit der Schädel bei der Abnahme der Maße genügend fest steht, wird er vor Beginn der Messung entweder auf einen Schädelhalter befestigt oder in ein mit Hirse gefülltes Becken oder auf ein mit Spreu sehr lose gefülltes Säckchen von ca. 30 cm Seitenlänge gelegt und etwas angedrückt. Er hält dann in jeder gewünschten Lage fest genug, um die Messungen vornehmen zu können.

Zur Messung der Schädelkapazität sind die folgenden Instrumente erforderlich: 1. Ein Glas- oder Metallzylinder von 2200 ccm Inhalt, der eine deutliche Graduierung von 10 zu 10 ccm besitzt. 2. Ein Holzstempel mit einer ebenen, runden Grundplatte, die mit kleinem Spielraum in den Zylinder paßt. 3. Ein 20 cm langer Stößel oder Stopfer von 2 cm Durchmesser aus hartem Holz und unten abgerundet. 4. Ein Blechtrichter, der gewöhnlich einen oberen Durchmesser von 145 mm, eine 20 mm lange und 20 mm breite Ausflußröhre und eine Gesamthöhe von 130 mm besitzt. Man kann die obere Öffnung aber noch größer machen, damit der Trichter instand ist, die ganze Körnermasse in einem einzigen Sturz aufzunehmen. Ferner hat SCHMIDT an der Ausflußröhre eine ringförmige Horizontalplatte mit nach unten umgeschlagenem Rand aufgelötet, damit die Trichteröffnung auf dem Maßzylinder gut zentriert eingestellt bleibt.

Um eine gleichmäßige Fallgeschwindigkeit und Fallrichtung der in den Meßzylinder auszugießenden Masse zu erreichen, hat HRDLÍČKA (1904) einen geräumigen, unten verschließbaren Trichter konstruiert, in den zuerst die Masse aus dem Schädel entleert und erst nachher durch Öffnen des Ventils in den Glaszylinder entlassen wird. Einen ähnlichen verschließbaren Trichter hat auch LANDAU (1903) vorgeschlagen; er benützt außerdem noch einen Schüttelapparat. Für die Kubierung von Affenschädeln müssen alle Instrumente entsprechend kleinere Dimensionen besitzen.



Als Füllmaterial ist Hirse, weil sie ein glattes und sehr gleichmäßiges Korn besitzt, das sich leicht ohne größere Zwischenräume ineinanderfügt, am empfehlenswertesten. Sie muß stets an einem trockenen Ort aufbewahrt, von Zeit zu Zeit von allen Unreinlichkeiten befreit und nach längerem Gebrauch erneuert werden. Auch zerbrechliche Schädel gestatten noch eine Kubierung mittels Hirse infolge der Leichtigkeit dieses Fruchtsamens.

Außer Hirse wurden als Füllmaterialien verwendet: Schrot Nr. 8 (2,2 mm Durchmesser), kleine grüne Felderbsen, Senfkörner (zuletzt von KEEN, 1951, empfohlen), Weißpfefferkörner, Kanariensamen, künstlicher Sago, Perlgrauen und Glasperlen. Die letzteren sind teuer und bleiben nach der Füllung oft in den kleinen Öffnungen des Schädels stecken. Füllung des Schädels mit Wasser direkt oder mittels Gummiblase oder mit Quecksilber ist bei der Mehrzahl der Schädel mit großen Schwierigkeiten verbunden (vgl. S. 469). Jedenfalls muß bei Wasserkubierung die Innenwand des Schädels zuvor mit einer Auflösung von Wachs in Terpentinöl dicht gemacht werden; nur direkt nach der Sektion kann dies unterbleiben. MOLLISON (1915) hat mit Rübsamen als Füllmaterial gute Erfahrungen gemacht.

Für anthropologische Laboratorien und Institute ist es vorteilhaft, für Kapazitätsmessungen einen besonderen kleinen Tisch mit einer Seitenwand und einer verschließbaren Abflußöffnung herzurichten, um ein Zerstreuen des Füllmaterials zu vermeiden.

### 3. Die wichtigsten kranimetrischen Punkte und deren Bezeichnung

Die metrische Aufnahme des Schädels setzt die Kenntnis der kranimetrischen Punkte, durch deren Aufstellung und Beschreibung die Meßtechnik bedeutend vereinfacht wird, voraus. Die meisten der hier aufgezählten Bezeichnungen stammen von BROCA, weitere sind von v. TÖRÖK und verschiedenen anderen Autoren vorgeschlagen worden. Diese kranimetrischen Punkte sind zum Teil natürliche, d. h. durch den Aufbau des Schädels gegebene, zum Teil künstliche, d. h. solche, die erst geometrisch bestimmt werden müssen. Daß viele derselben in Nähte verlegt werden, hat seinen Grund darin, daß dadurch auch gleichzeitig die Knochengrenzen gegeben sind. Ferner sind diese Punkte leicht auffindbar und relativ konstant, obwohl auch sie natürlich durch die wechselnde räumliche Ausdehnung der einzelnen aneinanderstoßenden Knochen Verschiebungen erfahren können. Die Mehrzahl der kranimetrischen Punkte liegt in der Mediansagittal-Ebene des Schädels, andere liegen in verschiedenen Ebenen, die wir durch den Schädel legen können; die letzteren Punkte sind stets paarig vorhanden, die ersteren unpaar.

Vor Beginn einer jeden Messung ist es notwendig, die verschiedenen kranimetrischen Punkte am Schädel selbst aufzusuchen und, wenn nötig, mit einer Bleifeder leicht zu bezeichnen. Bei starken Nahtobliterationen hilft oft ein leichtes Benetzen der betreffenden Schädelfläche, um den ursprünglichen Verlauf der Naht und damit den gesuchten Punkt wieder einigermaßen erkennbar zu machen. Ist irgendein Punkt nur annähernd zu bestimmen, so muß dies ausdrücklich erwähnt und ein von ihm ausgehendes Maß mit einem Fragezeichen versehen werden.

Alphabetisches Verzeichnis der wichtigsten Meßpunkte am Schädel (Abb. 228—233).

Punkte	Seite	Abbildungen
Alveolon	451	—
Asterion	447	228, 230, 231
Auriculare	447	228, 231
Basion	446	231, 233
Bregma	444	228, 229, 232, 233
Coronale	447	229, 232
Dakryon	450	228



Punkte	Seite	Abbildungen
Ektokonchion	450	232
Ektomalare	451	—
Endomolare	451	—
Entomion	448	—
Euryon	447	229, 230, 231, 232
Frontomalare orbitale	452	228, 232
Frontomalare temporale	451	228, 232
Frontotemporale	448	229, 232
Genion	452	233
Glabella	442	228, 229, 233
Gnathion	452	228, 232, 233
Gonion	452	228, 232
Hormion	452	231, 233
Infradentale	452	228, 232, 233
Infranasion	448	—
Infratemporale	448	231
Inion	445	228, 230, 231, 233
Intercristale	447	—
Jugale	450	228, 232
Klition	447	—
Kondylion lat. u. med.	452	—
Koronion	452	—
Krotaphion	447	228
Lacrimale	450	228
Lambda	444	228, 229, 230, 233
Linguale	452	233
Lingulare	452	233
Mastoideale	448	228, 230, 231
Maxillofrontale	450	232
Mentale	452	228, 232
Metopion	444	228, 232, 233
Nasion	448	228, 232, 233
Nasospinale	448	228, 232, 233
Obelion	444	229, 230
Ophryon	443	232
Opisthion	446	230, 231, 233
Opisthokranion	445	228, 229, 231, 233
Orale	450	231, 233
Orbitale	450	228, 232
Pogonion	452	228, 233
Porion	447	228, 231
Prominentia lat.	452	—
Prosphenion	447	—
Prosthion	448	228, 232, 233
Pterion	447	228, 232
Radiculare	447	—
Rhinion	449	228, 229, 232, 233
Sphenion	447	228
Sphenobasion	446	231
Sphenoidale	446	233
Staphylion	450	231
Stenion	448	231
Stephanion	447	228, 229, 232
Subnasion	448	—
Subspinale	448	228, 233
Submetopion	444	—
Supraglabellare	443	228, 233
Supraorbitale	443	228, 232
Tyilion	447	—
Vertex	444	—
Zygion	450	229, 231, 232
Zygomaxillare	450	231, 232

## α) Punkte am Gehirnschädel (Abb. 228—231).

Bei den folgenden Beschreibungen der kranimetrischen Punkte ist stets die Orientierung des Schädels in die Ohr-Augen-Ebene vorausgesetzt.

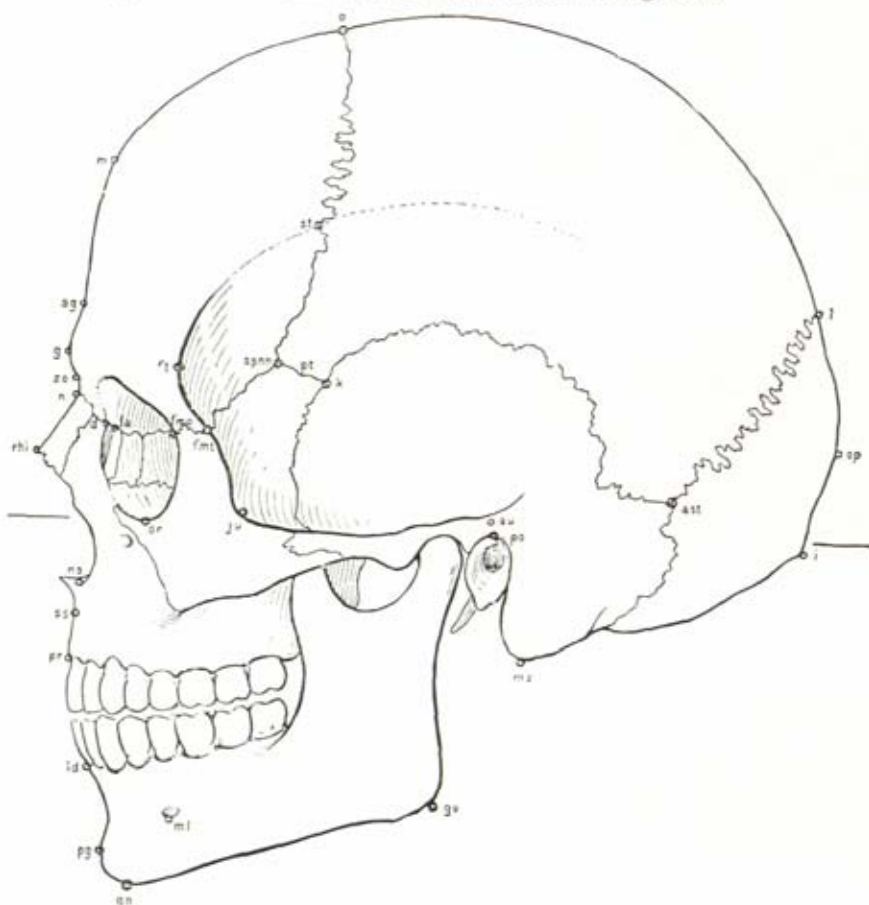


Abb. 228. Schädel in der Norma lateralis mit eingezeichneten Meßpunkten.

ast = Asterion, au = Auriculare, b = Bregma, d = Dakryon, fmo = Frontomolare orbitale, fnt = Frontomolare temporale, ft = Frontotemporale, g = Glabella, gn = Gnathion, go = Gonion, id = Infradentale, i = Inion, ju = Jugale, k = Krotaphion, la = Lakrimale, l = Lambda, ms = Mastoideale, ml = Mentale, m = Metopion, n = Nasion, ns = Nasospinale, op = Opisthokranion, or = Orbitale, pg = Pogonion, po = Porion, pr = Prosthion, pt = Pterion, rhi = Rhinion, sphn = Sphenion, st = Stephanion, ss = Subspinale, sg = Supraglabellare, so = Supraorbitale.

**Glabella (g)** (Stirnnasenwulst, point glabellaire, bosse frontale moyenne ou nasal, nasal eminence) = diejenige Stelle am unteren Rande des Stirnbeines, die oberhalb der Nasenwurzel (Sutura nasofrontalis) und zwischen den Arcus superciliares gelegen ist. Die Stelle entspricht beim Lebenden, was der Name ausdrücken soll, dem zwischen den haren Augenbrauen und über der Nasenwurzel gelegenen unbehaarten Raum (Stirnvorspringende Punkt. Bisweilen ist die Glabella in der Mitte etwas vertieft oder liegt in toto eingesunken zwischen den beiden sie seitlich begrenzenden knöchernen Augenbrauenbogen, mit denen sie in anderen Fällen auch zu einer einheitlichen Erhebung verschmelzen kann. Nach oben ist die Glabella öfters durch eine seichte Rinne oder querverlaufende Einsenkung mehr oder weniger deutlich gegen die Stirnbeinfläche abgegrenzt.

Bei verschiedenen Primatenformen kommt es hier zur Ausbildung einer eigentlichen Fossa supraglabellaris. An kindlichen Schädeln mit stark vorgewölbter Stirn ist die Glabella zwar nicht der vorspringendste Punkt der Stirnkrümmung, aber in ihrer Lage doch bestimmbar. Über die verschiedene Entwicklung der Glabella siehe unter Stirnbein.

**Supraorbitale (so)**, vom lat. *supra* = oberhalb und *orbita* = Augenhöhle, = Kreuzungspunkt einer von den höchsten Punkten der oberen Augenhöhlenränder horizontal über das Stirnbein gezogenen Geraden und der Mediansagittal-Ebene.

**Supraglabellare (sg)**, vom lat. *supra* = oberhalb und *glabella* = Stirnglatze = tiefste Stelle der Fossa supraglabellaris in der Mediansagittal-Ebene. Der Punkt ist natürlich nur an solchen Schädeln zu bestimmen, an denen eine deutliche Fossa supraglabellaris sich findet. Das ist z. B. bei *Homo neandertalensis* und bei verschiedenen Affengenera der Fall. Er ist besonders leicht an der Zeichnung der Mediansagittal-Kurve aufzufinden.

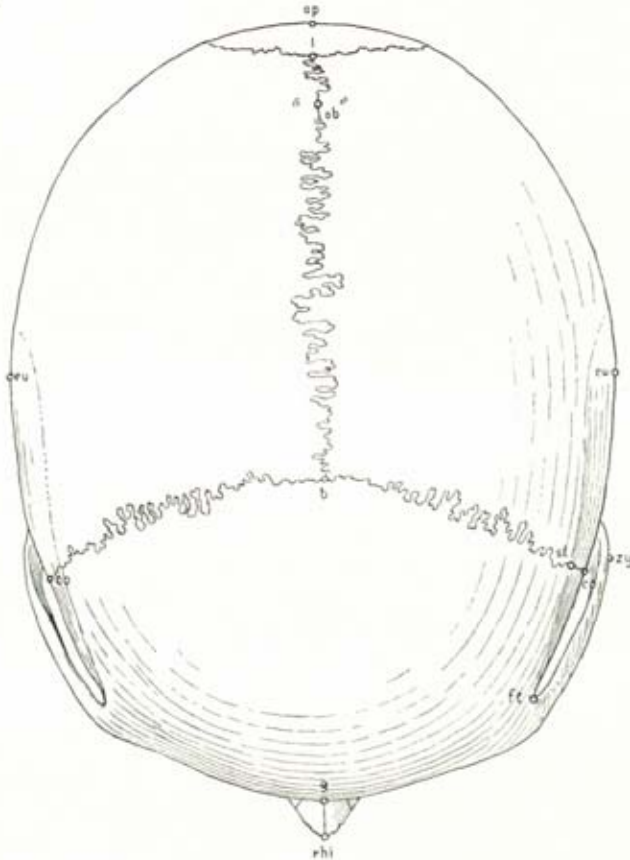


Abb. 229. Schädel in der Norma verticalis mit eingezeichneten Meßpunkten.

b = Bregma, co = Coronale, eu = Euryon, ft = Frontotemporale, g = Glabella,  
l = Lambda, ob = Obelion, op = Opisthokranion, rhi = Rhinion,  
st = Stephanion, zy = Zygion.

**Ophryon (on)** (Oberrasenpunkt, point sus-orbitaire, point sus-nasal) = Kreuzungspunkt einer von den Meßpunkten der kleinsten Stirnbreite (Maß Nr. 9) aus horizontal über das Stirnbein gezogenen Linie und der Mediansagittal-Ebene. Das Ophryon fällt demnach meistens auf den oberen Abschnitt der Glabella. Man zieht die erwähnte Linie mittels Bleistift und Bandmaß, indem man das letztere an die sich am meisten genäherten Punkte der beiden nach vorn konvexen Lineae temporales (dicht über dem Jochfortsatz des Stirnbeins) anlegt. Beim Lebenden tangiert diese Linie gewöhnlich den Oberrand der härenen Augenbrauen, was die Wahl des Namens Ophryon begründet.



Nach der alten Auffassung der französischen Schule trennt diese „ligne sus-orbitaire“ den Gehirnschädel von dem Gesichtsskelett, und es bildet daher das Ophryon den Ausgangspunkt für die Höhenmessung des Gesichts. Die Entfernung Ophryon—Nasion wird als „partie sous-cérébrale“ des Stirnbeins bezeichnet und gehört deshalb nach dieser Auffassung nicht mehr zum Gehirnschädel. In neuerer Zeit wird aber auch in Frankreich das Nasion als Abgrenzungspunkt des Gesichtes dem Ophryon vorgezogen. An Schädeln mit schmaler Stirn und dementsprechend nach vorn fast parallel verlaufenden Temporalinien, sowie an solchen mit stark ausgeladenen und hochentspringenden Processus jugales ossis frontalis kommt die Linie und damit das Ophryon zu hoch zu liegen. Man verschiebe in solchen Fällen nach der französischen Anleitung diese Linie dann so weit nach unten, bis sie ungefähr in das Niveau des Orbitaldaches fällt, dessen höchste Erhebung durch Tuschieren mit dem Finger festgestellt werden kann. In Wirklichkeit fällt aber das Orbitaldach meist mit dem Glabellarpunkt zusammen, wie ein Vergleich der Mediansagittal-Kurve mit der Augennittensagittal-Kurve deutlich lehrt. An Kinderschädeln mit stark gewölbter Stirn kann das Ophryon weiter nach vorn liegen als die Glabella und daher die Ophryonlänge größer sein als die von der Glabella ausgehende „Größte Länge“.

Metopion (m) = Kreuzungspunkt einer der höchsten Erhebungen der beiden Stirnhöcker verbindenden transversalen, d. h. horizontalen Linie und der Mediansagittal-Ebene. Man bestimmt so gut als möglich mittels des Auges und durch Tuschieren mit dem Finger die höchsten Erhebungen der Stirnhöcker, bezeichnet die gefundenen Stellen mittels Bleifeder durch kleine Kreuzchen und verbindet diese letzteren durch eine gerade Linie. Bei schwach entwickelten oder flachen Tubera frontalia ist die Festlegung des Punktes oft sehr unsicher. Man visiere in solchen Fällen, die Schädelbasis gegen sich haltend, das Profil der Stirnhöcker und ziehe mit der Bleifeder über die Stellen der höchsten Vorwölbung je einen der Stirnmitte parallel und sagittal verlaufenden Strich. Dann betrachte man den Schädel von der Seite und falle eine horizontale Linie über die stärksten Hervorragungen. Die Kreuzungspunkte der beiden Linien entsprechen dann der Lage der beiden Tubera. Beim Lebenden fällt das Metopion stets tiefer als die vordere Haarwuchsgrenze.

Statt des Metopion verwendet MANOUVRIER für den Längsdurchmesser des Schädels (Maß Nr. 1 c) das Submetopion (point sous-métopique), das als Kreuzungspunkt einer die Unterränder der Stirnhöcker tangierenden Geraden und der Mediansagittal-Ebene definiert wird.

Bregma (b), vom griechischen βρέγμα = befeuchten, naßmachen; βρέγμα = Oberschädel = derjenige Punkt, an welchem die Sutura sagittalis auf die Sutura coronalis trifft. In denjenigen Fällen, in welchen der vorderste Abschnitt der Sutura sagittalis etwas nach einer Seite abbiegt, muß der Vereinigungspunkt der beiden Nähte in die Mediansagittal-Ebene projiziert werden. Unmöglich ist eine genaue Bestimmung des Bregma nur an Kinderschädeln mit offener Stirnfontanelle, an Schädeln mit Stirnfontanellknochen und bei totaler Nahtobliteration. In letzterem Falle feuchte man die Stelle ein wenig an, um nach vorhandenen Spuren der Naht zu sehen. Gewöhnlich kann aber eine annähernde Festlegung des Punktes per analogiam erfolgen. Bei dem Vorhandensein eines Fontanellknochens zieht man die geradlinige Verlängerung der Sutura sagittalis und der beiden Schenkel der Sutura coronalis und verlegt das Bregma an den Schnittpunkt dieser Linien.

Obelion (ob), vom griechischen ὀβελός = Spieß, fälschlich dem lateinischen sagitta gleichgesetzt, = Kreuzungspunkt der Sutura sagittalis mit einer die beiden Foramina parietalia verbindenden Querlinie. Teilt man die ganze Sagittalnaht in fünf gleiche Teile, so fällt das Obelion in der Regel in das vierte Fünftel. Ist nur ein Foramen parietale vorhanden, so zieht man zur Bestimmung des Obelion von jenem eine Linie senkrecht auf die Sagittalnaht. Bei fehlenden Foramina parietalia ist der Punkt nur annähernd nach dem Nahtcharakter zu bestimmen, d. h. in den relativ gestreckt verlaufenden Abschnitt der Sutura sagittalis bzw. in das vierte Fünftel der Naht zu legen.

Vertex (v) = der höchste Punkt in der Mediansagittal-Ebene an der Außenfläche des in der Ohr-Augen-Ebene eingestellten Schädels. Er entspricht abgesehen von der Hautdicke, demselben Punkt am Lebenden (S. 318).

Lambda (λ), vom griechischen Buchstaben Λ (λαμβδα) = derjenige Punkt, an welchem die beiden Schenkel der Sutura lambdoidea mit der Sutura sagittalis zusammenstreffen. Die Bestimmung des Punktes ist unsicher bei stark gezählter Naht, bei vollständiger Nahtobliteration und an Schädeln mit Schalt- oder Nahtknochen an der Spitze der Hinterhauptschuppe. In solchen Fällen entscheidet die allgemeine Verlaufsrichtung der beiden Schenkel der Sutura lambdoidea. Man fixiert dieselbe durch zwei gerade Linien und verlegt das Lambda an die Stelle, an welcher diese Linien miteinander und mit der Sutura sagittalis zusammentreffen.

**Opisthokranion (op)** = der am meisten nach hinten hervorragende Punkt des Hinterhauptes in der Mediansagittal-Ebene, zugleich der hintere Meßpunkt des größten Längsdurchmessers des Gehirnschädels (Maß Nr. 1). Das Opisthokranion fällt fast immer auf die Oberschuppe des Hinterhauptbeines, gelegentlich auf die *Protuberantia occipitalis externa*. Die Lage dieses Punktes kann nur durch die Messung selbst festgestellt werden. Ihn am Schädel zu markieren, ist deshalb vorteilhaft, weil über ihn der Horizontalumfang des Schädels gemessen wird. Es gibt indessen Fälle, in welchen das Opisthokranion kein eigentlicher Punkt ist, dann nämlich, wenn die Oberschuppe wie ein Kreissegment gebildet ist, dessen Mittelpunkt die Glabella bildet. Dann kann natürlich die Tasterspitze auf alle Punkte dieses Kreissegments als Endpunkte der größten Entfernung aufgesetzt werden. Man bezeichnet in diesem Fall als Opisthokranion einen ungefähr in der Mitte des Kreissegments gelegenen Punkt.

**Inion (i)** = derjenige Punkt, der sich bei der Vereinigung der beiden *Lineae nuchae superiores* in der Mediansagittal-Ebene findet. Er ist auf der Mitte des *Tuberculum linearum* bzw. auf eine an Stelle desselben auftretenden Rauigkeit bzw. auf die Vereinigung der *Protuberantia occipitalis externa* mit dem *Tuberculum linearum* zu verlegen. Für den Fall, daß die *Lineae nuchae superiores* so schwach entwickelt sind, daß sie die Mediansagittal-Ebene nicht erreichen, muß man die Linien ihrem Verlauf entsprechend künstlich verlängern und an ihrem Zusammentreffen das Inion ansetzen. Die *Lineae nuchae supremae* und die von denselben gebildete *Protuberantia occipitalis externa* kommen nur im Fall einer Verschmelzung mit dem *Tuberculum linearum* für die Bestimmung des Inion in Betracht. Zur Bestimmung des Inion die Höhenlage der *Protuberantia occipitalis interna*, des sogenannten Endinion, beizuziehen (Methode Broca, von WILDER wieder aufgenommen) ist nicht empfehlenswert. Ist die Fläche zwischen den *Lineae nuchae superiores* und *supremae* zu einem mehr oder weniger starken Quervulst (*Torus occipitalis transversus*) entwickelt, dann liegt das Inion entsprechend der obigen Definition stets am Unterrand dieser Erhebung, d. h. im Niveau der *Lineae nuchae superiores*. Niemals darf der Punkt an das untere Ende einer als Zapfen ausgezogenen *Protuberantia occipitalis externa* verlegt werden.

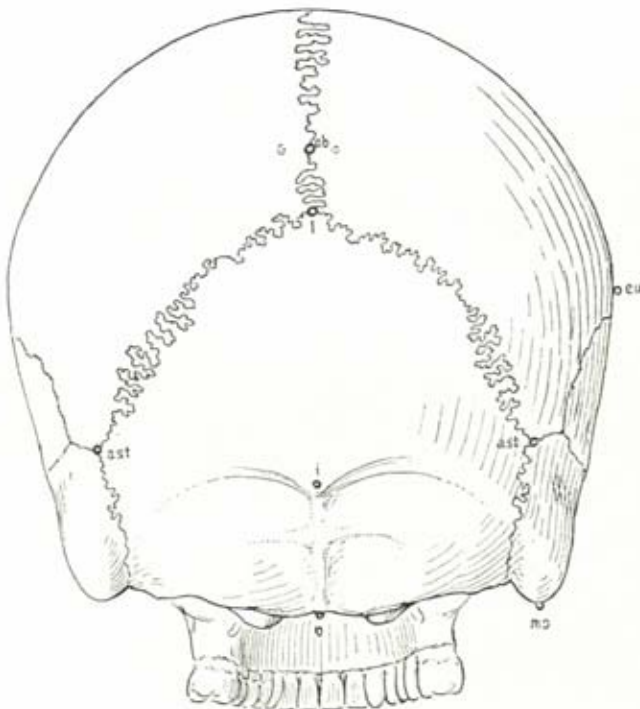


Abb. 230. Schädel in der Norma occipitalis mit eingezeichneten Meßpunkten.

ast = Asterion, eu = Euryon, i = Inion, l = Lambda, ms = Mastoideale, ob = Obelion, o = Opisthion.







**Klition** (kl) = der Mittelpunkt am Hinterrand der Sella turcica, in der beim Lebenden die Hypophyse liegt (dem Tylion gegenüber (nach WILDER, 1920, S. 45)). Diese Definition ist ungenau, denn die Sella turcica hat keinen Margo posterior; es scheint sich um den Punkt zu handeln, in dem die Mediansagittal-Ebene den höchsten Rand des Dorsum sellae schneidet. Das Tylion würde ihm gegenüber dann der Schnittpunkt der Mediansagittal-Ebene mit der Linie sein, die die Oberränder der beiden Formina optica verbindet und nicht dem Sphenoidale entsprechen.

**Prospheon** (sp) = bei WILDER der Mittelpunkt der Sutura sphenothmoidalis auf der Innenfläche des Schädels.

**Stephanion** (st), vom griechischen *στέφανος* = Stirnkrone, Kranz, = derjenige Punkt, an welchem die Sutura coronalis von der Linea temporalis geschnitten ist. An manchen Schädeln ist die Linea temporalis an dieser Stelle noch ungeteilt. Wo sie aber bereits in zwei Linien gespalten ist, da ist das Stephanion stets in das Niveau der Linea temporalis inferior zu legen. In seltenen Fällen verläuft die Linea ein Stück weit in der Sutura coronalis selbst, dann ist als Stephanion derjenige Punkt zu bezeichnen, an welchem die Linea wieder aus der Sutura austritt, um auf das Scheitelbein überzugehen.

**Pterion** (pt), vom griechischen *πτερόν* = Flügel, = diejenige Gegend (kein Punkt!) an der seitlichen Schädelwand, an welcher Stirnbein, Scheitelbein, Schläfenbeinschuppe und großer Keilbeinflügel zusammentreffen. Das Pterion ist kein eigentlicher Meßpunkt, aber seiner Nahtvariation wegen wichtig. Man kann die als Pterion bezeichnete Stelle durch eine Kreislinie umschließen, in deren Mitte die Sutura sphenoparietalis oder deren Variationen gelegen sind. Den vorderen Endpunkt der Sutura sphenoparietalis bezeichnet v. Török als Sphenion (sphn), vom griechischen *σφήν* = Keil, den hinteren als Krotaphion (k) vom griechischen *κρόταφος* = Schläfe.

**Asterion** (ast), vom griechischen *ἀστήρ* = Stern, = derjenige Punkt, an welchem die Suturae lambdoidea, occipitomastoidea und parietomastoidea zusammentreffen. Befindet sich an dieser Stelle (Fonticulus mastoideus) ein Schaltknochen, so verlegt man das Asterion auf diesen, und zwar dahin, wo ungefähr die geradlinigen Verlängerungen aller drei Nähte aufeinander treffen.

**Intercristale** (in), vom lateinischen *inter* = zwischen und *crista* = Kamm, = Schnittpunkt zweier Linien, die je an der Basis der Sagittal- und Occipitalcrista gezogen werden. Man zeichnet diese Linien auf eines der beiden Scheitelbeine auf. Der Schnittpunkt liegt stets in dem Winkel, den die beiden Cristae zusammen bilden. Dieser Punkt findet sich natürlich nur bei Anthropomorphen mit Schädelkämmen.

**Auriculare** (au), vom lateinischen *Auricula* = das äußere Ohr (Ohrpunkt, Auricularpunkt, *point sus-auriculaire*), = derjenige Punkt, der senkrecht über die Mitte des Porus acusticus ext. auf der Jochbeinwurzel gelegen ist. Da die Gestaltung des Oberandes der äußeren Gehöröffnung sehr verschieden sein kann, macht die Fixierung des Punktes in einzelnen Fällen Schwierigkeit. Man hüte sich, den Punkt zu hoch anzusetzen oder umgekehrt in das Innere des Gehörganges zu verlegen. Der Punkt dient als Meßpunkt für das Breitenmaß des Gehirnschädels über den Gehörgängen (Maß Nr. 11), er ist also auf beiden Seiten zu markieren. v. LUSCHAN bezeichnet als Ohrpunkt „den Grund der kleinen dreieckigen Grube hinter der Spina supra meatum“. BROCA, TOPINARD u. a. nehmen als „*point auriculaire*“ das Zentrum des Porus acusticus externus. MOLLISON empfiehlt statt des Auriculare das *Radiculare* (ra), den Punkt der tiefsten Einziehung der Jochbogenwurzel.

**Porion** (po), vom griechischen *πόρος* erg. *τῆς ἀκοῆς* = Gehörgang, = derjenige Punkt am Oberrand des Porus acusticus externus, der senkrecht über der Mitte desselben gelegen ist. Der Punkt muß in jedem Fall an der oberen Begrenzung der äußeren Gehöröffnung liegen, fällt also fast ausnahmslos tiefer und mehr einwärts als das Auriculare. Das Porion dient vor allem zur Höhenmessung (Maß Nr. 20) und zur Einstellung des Schädels in die Ohr-Augen-Ebene. Der Traguspunkt am Kopf des Lebenden liegt gewöhnlich auf gleicher Höhe, wenn auch etwas weiter nach vorn wie das Porion; er entspricht nur bei hochsitzendem Ohr dem Auriculare.

**Euryon** (eu) = derjenige Punkt an der Seitenwand des Schädels, der am meisten lateralwärts vorragt. Die Lage des Euryon kann nur durch die Messung der größten Schädelbreite (Maß Nr. 7) festgestellt werden; diese fällt stets auf das Scheitelbein oder auf den oberen Abschnitt der Schläfenbeinschuppe. Die Jochbeinwurzel (Linea temporalis inferior), die Crista supramastoidea und die ganze benachbarte Gegend über dem Meatus acusticus externus, die bisweilen seitlich sehr stark vorgewölbt sein kann, bleiben von der Messung ausgeschlossen.

**Coronale** (co), vom lateinischen *corona* = Kranz, = derjenige Punkt der Sutura coronalis, der am meisten seitlich ausgeladen ist. Die Lage der Coronalia wird beider-

seitig durch die Messung der größten Stirnbreite (Maß Nr. 10) festgestellt. Der Punkt kann mit dem Stephanion zusammenfallen.

**Frontotemporale (ft)** = derjenige direkt über dem Jochfortsatz des Stirnbeins gelegene Punkt der *Linea temporalis superior*, der am meisten nach vorn und innen sieht. Die beiden Frontotemporalia bilden die Ausgangspunkte für die Messung der kleinsten Stirnbreite (Maß Nr. 9). Die nach innen konvexen Schläfenlinien sind auf dem Jochfortsatz des Stirnbeins fast immer deutlich ausgesprochen. Es gibt nur einige wenige menschliche Schädel, bei welchen die *Lineae temporales* weit hinauf immer mehr konvergieren, in welchen Fällen die Frontotemporalia also per analogiam zu bestimmen sind.

**Stenion (ste)**, vom griechischen *στενός* = schmal, = derjenige Punkt der *Sutura sphenosquamosa*, der am meisten nach innen gelegen ist. Das Stenion findet sich gewöhnlich am hinteren Ende der genannten Naht in der Nähe des *Foramen ovale*.

**Entomion (en)**, vom griechischen *ἐντέμνω* = einschneiden, = derjenige Punkt, an dem die *Sutura squamosa* in die *Sutura parietomastoidea* übergeht.

**Infratemporale (it)**, vom lateinischen *infra* = unterhalb und *tempus* = die Schläfe, = derjenige Punkt, der einwärts konvexen *Crista infratemporalis* des großen Keilbeinflügels, der am meisten nach innen gelegen ist. Die beiden Infratemporalia dienen als Ausgangspunkte der Messung der kleinsten Schädelbreite (Maß Nr. 14).

**Mastoideale (ms)**, vom griechischen *μαστοειδής* = warzenförmig, = der am meisten nach unten und außen vorragende Punkt der Spitze des *Processus mastoideus*. Man hält den Schädel, die Basis nach oben gerichtet, in Augenhöhe vor sich hin, und bezeichnet in der *Norma lateralis* die Spitze des Fortsatzes. Die Richtung der Spitze des *Processus* kann allerdings eine wechselnde sein. Bei Kinderschädeln oder bei Affen, bei welchen der Warzenfortsatz schwach oder gar nicht entwickelt ist, ist die Bestimmung schwierig und in einzelnen Fällen überhaupt unmöglich.

## β) Punkte am Gesichtsschädel (Abb. 228, 230, 231, 232, 233).

**Nasion (n)** = Kreuzungspunkt der *Sutura nasofrontalis* (Stirnnasennaht) und der Mediansagittal-Ebene. Das Nasion entspricht der Nasenwurzel.

An Stelle des Nasion wird bei Affen bei der Messung des Profilwinkels ein seiner Lage nach dem menschlichen Nasion entsprechender Punkt, das *Subnasion (sbn)*, angenommen.

**Infranasion (in)** = Schnittpunkt der Vereinigungslinie der Maxillonasofrontal-Punkte, = diejenigen Meßpunkte, die durch Zusammenstoßen der *Suturæ nasofrontalis* nasomaxillaris und maxillofrontalis gebildet werden und der Mediansagittal-Ebene (OETTEKING).

**Nasospinale (ns)**, vom lateinischen *nasus* = Nase und *spina* = Spitze (unterer Nasenpunkt; *point spinal*, *point sous-nasal*), = tiefster Punkt des Unterrandes der *Apertura piriformis*, in die Mediansagittal-Ebene projiziert. An Schädeln mit schwach oder mäßig entwickelter *Spina nasalis ant.* wird der Punkt leicht dadurch gefunden, daß man die tiefsten Punkte des Unterrandes der *Apertura* rechts und links vom Nasenstachel durch eine gerade Linie verbindet. Wo diese Linie von der Mediansagittal-Ebene geschnitten wird, ist das Nasospinale anzusetzen. Der Punkt liegt also an der Basis des Nasenstachels, nicht unterhalb desselben, auf der Vorderfläche des Alveolarfortsatzes. Liegt die *Spina* in gleicher Höhe oder tiefer als die seitlichen unteren Ausschnitte der *Apertura*, so fällt der gesuchte Punkt auf die Oberkante der *Spina* selbst. Ist dagegen die *Spina* sehr stark entwickelt, so muß der Punkt gemäß der obigen Vorschrift aufgesucht, aber an der Seitenwand des Nasenstachelvorsprungs markiert werden. Da der Punkt zur Höhenmessung der Nase (Maß Nr. 55) dient, ist es wesentlich, seine Höhenlage richtig zu bestimmen. Man hält am besten den Schädel so vor sich hin, daß der untere Rand der *Apertura* in Augenhöhe kommt; dann wird man sich nicht darüber täuschen können, wohin der Punkt zu legen ist. Das Nasospinale ist nicht identisch mit dem Spinalpunkt v. LUSCHANS oder dem *Akanthion (ak)* v. TÖRÖKS (vom griechischen = Stachel), die beide meist an die Spitze der *Spina nasalis ant.* verlegt werden.

**Subspinale (ss)**, vom lateinischen *sub* = unter und *spina* = Stachel (Subnasale, Subspinalpunkt), = derjenige Punkt der Mediansagittal-Ebene, an welchem die untere vordere Kante der *Spina nasalis ant.* in die Vorderwand des *Processus alveolaris* des Oberkiefers übergeht. Dieser Punkt aber fällt, je nach der Entwicklung der *Spina*, höher oder tiefer, ist aber bei Betrachtung des Schädels in der *Norma lateralis* leicht festzustellen. Er dient ausschließlich zur Messung der Neigung der Alveolarpartie des Oberkiefers, was bei der Fixierung desselben im Auge zu behalten ist. Reicht die *Spina* sehr tief herab, so kann das Subspinale auch an der Seitenwand des Nasenvorsprungs markiert werden, indem man die Richtung der Alveolarpartie in der Mediansagittal-Ebene



mittels eines Bleistiftes geradlinig nach oben aufzeichnet. Es ist gleichgültig, welchen Punkt dieser Linie man bei der Winkelmessung als Subspinale wählt, da die Höhenlage hier keine große Rolle spielt. Vergleiche auch unter Alveolarer Profilwinkel (Maß Nr. 74).

**Prosthion** (pr) (Alveon, Anoprosthion nach H. VIRCHOW) = derjenige Punkt am Alveolarrand des Oberkiefers, der in der Mediansagittal-Ebene zwischen den mittleren Schneidezähnen am meisten nach vorn vorragt. Das Prosthion liegt also nicht an dem unteren Ende des zwischen die Schneidezähne vorgeschobenen Knochenteiles, sondern an

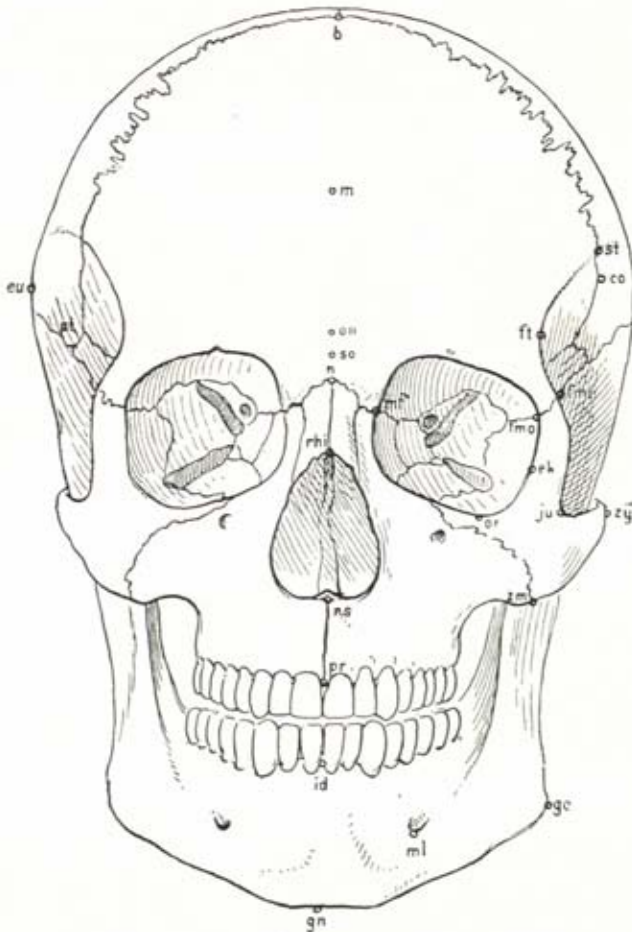


Abb. 232. Schädel in der Norma frontalis mit eingezeichneten Meßpunkten.

*b* Bregma, *co* Coronale, *ek* Ektokonchion, *eu* Euryon, *fmo* Frontomolare orbitale, *fnt* Frontomolare temporale, *ft* Frontotemporale, *gn* Gnathion, *go* Gonion, *mf* Maxillofrontale, *ml* Mentale, *m* Metopion, *id* Infradentale, *ju* Jugale, *n* Nasion, *ns* Nasospinale, *on* Ophryon, *or* Orbitale, *pr* Prosthion, *pt* Pterion, *rhi* Rhinion, *st* Stephanion, *so* Supraorbitale, *zy* Zygion, *zm* Zygomaxillare.

der am meisten nach vorn vorstehenden Stelle seiner Vorderwand. Nur für die Messung der Obergesichtshöhe (Maß Nr. 48) ist der Meßpunkt an die Spitze des genannten Fortsatzes zu legen. Bei defekten oder resorbierten Alveolarrändern kann die Bestimmung des Punktes unsicher sein, ja unmöglich werden. Dies ist dann stets zu erwähnen. Eine Messung der Obergesichtshöhe ist in solchen Fällen nicht zulässig.

**Rhinion** (rhi), vom griechischen *ῥίς* = Nase, = der mediane untere Endpunkt der Sutura internasalis am Vorderrand der Ossa nasalia. Wenn die Nasenbeine defekt



sind, kann dieser Punkt natürlich nicht genau bestimmt werden. Er ist im übrigen von sekundärer Bedeutung.

**Maxillofrontale (mf)**, vom lateinischen *maxilla* = Oberkiefer und *frons* = Stirne (Vorderer Tränenbeinpunkt, Maxillofrontalpunkt, Lacrimale anterius), = derjenige Punkt, an welchem der Innenrand der Orbita (die sogenannte *Crista lacimalis ant.*) von der *Sutura frontomaxillaris* geschnitten wird (Abb. 232). Da der mediale Rand der Orbita nicht scharf begrenzt ist, ist man genötigt, dem unteren Rand mit einer flach aufgelegten Bleifeder nach innen und aufwärts nachzufahren, bis man die *Sutura frontomaxillaris* erreicht hat. Da die Bleifeder nur die höchsten Punkte des oft flachen Walles berührt, erhält man auf diese Weise eine scharfe Kontur des unteren Abschnittes des medialen Orbitalrandes sowie den gesuchten Punkt. Es gibt nur wenige Schädel mit ganz flachem innerem Orbitalrand, an welchem die Bestimmung des Punktes nicht ganz sicher ist.

**Dakryon (d)**, vom griechischen *δάκρυον* = Träne (Mittlerer Tränenbeinpunkt, lacrima point), = derjenige Punkt am Innenrand der Orbita, an welchem sich das Stirnbein mit dem Stirnfortsatz des Oberkiefers und mit dem Tränenbein verbindet (Abb. 228). Das Dakryon liegt also genau an der Stelle, an welcher die aufsteigende *Sutura lacrimomaxillaris* mit der annähernd horizontal verlaufenden *Sutura frontomaxillaris* und der *Sutura frontolacimalis* zusammentrifft. Da die *Sutura lacrimomaxillaris* häufig undeutlich oder obliteriert ist, kann die Bestimmung des Punktes unsicher werden. Ist das *Os lacrimale* zerbrochen oder ausgefallen, so ist das Dakryon doch leicht zu finden: es liegt an der Spitze des Winkels, den die *Sutura frontolacimalis* mit der *Sutura lacrimomaxillaris* bildet.

**Lacrimale (la)**, vom lateinischen *lacrima* = Träne (Hinterer Tränenbeinpunkt, Lacrima point, point lacimal postérieur), = derjenige Punkt, an welchem die *Crista lacimalis post.*, die die Tränengrube nach hinten begrenzt, mit der *Sutura frontolacimalis* zusammentrifft (Abb. 228). Da die hintere Tränengrubenkante in ihrem oberen Abschnitt sich gelegentlich nach vorn wendet, kann das Lacrimale mit dem Dakryon zusammenfallen. An Schädeln mit ausgebrochenem *Os lacrimale* ist der Punkt nicht mehr zu bestimmen.

**Ektokonchion (ek)**, vom griechischen *ἐκτός* = außen und *ὥρυξ* = Augenhöhle (Ektorbitale), = derjenige Punkt an der Umschlagskante des lateralen Orbitalrandes, an welchem die mit dem Oberrand der Augenhöhle parallelaufende Querachse auf jenen Rand trifft. Um die Umschlagskante genau zu finden, d. h. den Punkt nicht zu tief nach innen noch zu weit nach außen an den Orbitalrand zu legen, halte man den Schädel in der *Norma basilaris* (Gesichtsskelett nach oben) vor sich hin und drehe ihn so weit gegen sich, bis man den äußeren linken Orbitalrand in starker Verkürzung sieht. Führt man dann mit einem in der rechten Hand gehaltenen Bleistift von außen her flach über den linken äußeren Orbitalrand, so wird die Umschlagskante leicht geschwärzt und dadurch kenntlich. Der Punkt selbst, der für die Messung der Orbitalbreite (Maß Nr. 51) markiert werden muß, ist dann leicht zu bestimmen, da die erwähnte Querachse die Orbita in eine obere und untere Hälfte scheidet, was durch das Augenmaß genau genug beurteilt werden kann.

**Orbitale (or)**, vom lateinischen *orbita* = Augenhöhle, = der tiefste Punkt des Unterrandes der Augenhöhle. Er ist gewöhnlich in der lateralen Hälfte des Orbitalrandes gelegen; er dient nicht als Meßpunkt. Durch das Orbitale wird die Ohraugen-Ebene gelegt.

**Jugale (ju)**, vom lateinischen *jugum* = Joch (Hinterer Jochbeinwinkel, point jugal), = Scheitel des einspringenden Winkels, welchen der hintere vertikale Rand des Wangenbeines und der obere horizontale Rand des Jochbeinbogens miteinander bilden.

**Zygomaxillare (zm)**, vom lateinischen *zygomaticus* = zum Jochbogen gehörend und *maxilla* = Oberkiefer (Jochbein-Oberkieferpunkt), = der am tiefsten gelegene Punkt der *Sutura zygomaticomaxillaris*.

**Zygion (zy)**, vom griechischen *ζυγόν* = Joch, = derjenige Punkt des Jochbogens, der am meisten lateralwärts vorragt. Die Lage des Zygion ist nur durch die Messung der Jochbogenbreite (Maß Nr. 45) festzustellen.

**Staphylion (sta)**, vom griechischen *σταφύλη* = Weintraube, Halszäpfchen, = derjenige Punkt am hinteren Ende des harten Gaumens, an welchem eine die tiefsten Ausschnitte des Hinterrandes des Gaumens verbindende Gerade und die Mediansagittalebene sich schneiden. Die genannte Linie trennt also die individuell sehr verschieden entwickelte *Spina nasalis posterior* vom harten Gaumen ab. v. Törok verlegt das Staphylion nicht an die Basis, sondern an die Spitze der Spina.

**Orale (ol)**, vom lateinischen *os* = Mund (Innerer Alveolarpunkt), = derjenige am Vorderrand des harten Gaumens gelegene Punkt, in welchem eine die Hinterränder der

Alveolen der beiden mittleren oberen Schneidezähne verbindende Gerade und die Mediansagittal-Ebene sich schneiden. Der Punkt fällt demnach auf die Hinterwand der Alveolarpartie, und zwar an die Basis des sich zwischen die medialen Inzisiven einsenkenden Knochenkeiles. Bei Resorption des Alveolarrandes ist der Punkt unter Umständen nur annähernd oder gar nicht mehr zu bestimmen. Solche Schädel sind bei Gaumenmessungen auszuschließen.

**Alveolon** (alv) bezeichnet WILDER als den Punkt, in dem die Mittellinie des Gaumens geschnitten wird von einer Geraden, die die hinteren Grenzen der Alveolar-kämme tangiert. Der Punkt kommt für Maß Nr. 60 in Betracht und wird praktisch bestimmt als der Punkt, an dem eine an die Hinterränder der Alveolarfortsätze des Oberkiefers gelegte Drahtnadel die Mediansagittal-Ebene schneidet.

**Ektomalare** (ekm) nennt WILDER den am weitesten außen gelegenen Punkt an der Außenfläche der Alveolarkämme. Diese Punkte liegen gewöhnlich auf den Alveolar-rändern des 2. Molaren, bei Affenschädeln im Bereich des 3. Molaren.

**Endomalare** (enm) nach WILDER die Mitte der Innenränder der Alveolaren der 2. Molaren, bei Affenschädeln der 3. Molaren.

**Frontomalare temporale** (ftm), vom lateinischen *frons* = Stirne, *mala* = Wange und *tempus* = Schläfe (Stirnwan-genpunkt, äußerer Orbitalpunkt, *point orbitaire externe*), = der am meisten lateral gelegene Punkt der *Sutura zygomaticofrontalis*. Der

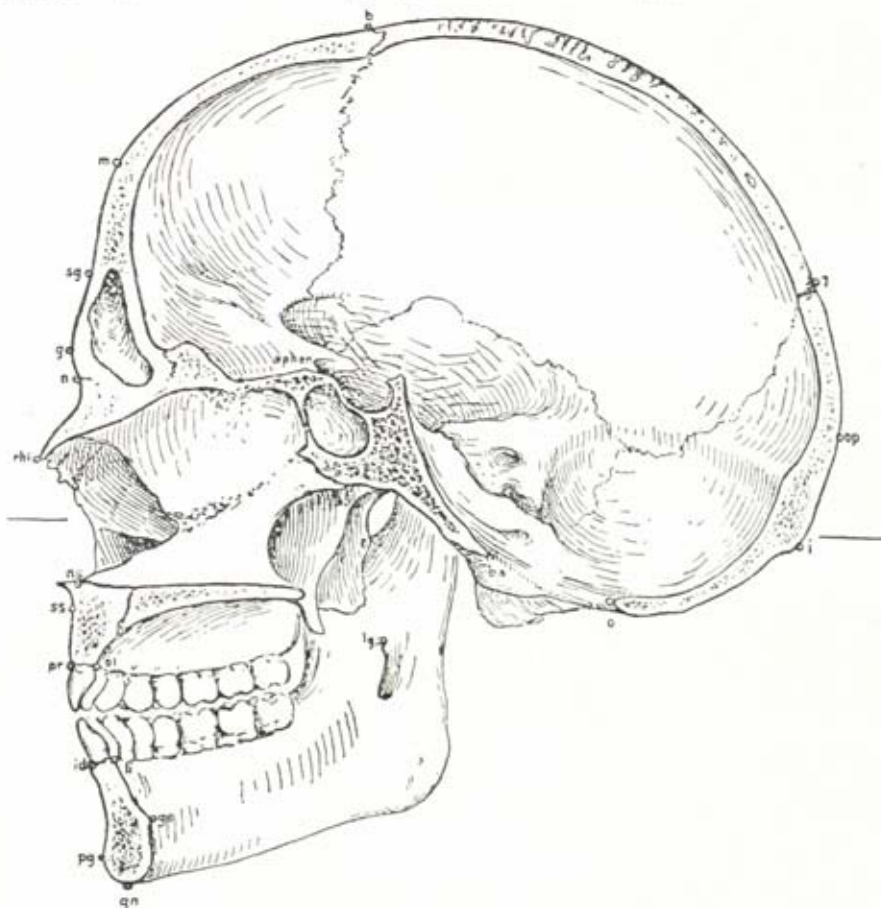


Abb. 233. Schädel in der Norma sagittalis mit eingezeichneten Meßpunkten.

*ba* Basion, *b* Bregma, *ge* Genion, *g* Glabella, *gn* Gnathion, *ho* Hormion, *id* Infradentale, *i* Inion, *l* Lambda, *li* Linguale, *lg* Lingulare, *m* Metopion, *n* Nasion, *ns* Nasospinale, *o* Opisthion, *op* Opistokranion, *ol* Orale, *pg* Pogonion, *pr* Prosthion, *rhi* Rhinion, *sphen* Sphenoidale, *sg* Supraglabellare, *ss* Subspinale.



Punkt ist da anzuzeichnen, wo die Seitenfläche des Processus zygomaticus des Stirnbeins in die Hinterfläche übergeht.

**Frontomolare orbitale (fmo)** = derjenige Punkt am lateralen Orbitalrand, an welchem dieser von der Sutura zygomaticofrontalis geschnitten wird.

**Hormion (ho)**, vom griechischen ὄρη = Ansatz, = Ansatzstelle des Vomer am Keilbeinkörper. Der Punkt liegt in der Mediansagittal-Ebene zwischen den beiden Alae des Vomer.

**Infradentale (id)**, vom lateinischen infra = unterhalb und dens = Zahn (Unterer Alveolarpunkt, Symphysis, Incision, Katoprostion nach H. VITCHOW), = derjenige Punkt zwischen den mittleren Schneidezähnen, wo die Vorderkante des Alveolarfortsatzes von der Medianebene geschnitten wird. Der Punkt entspricht dem vorderen oberen Ende der embryonalen Sutura symphyseos.

**Gnathion (gn)**, vom griechischen γνάθος = Kinnbacken (Unterer Kinnpunkt, point symphysien, point mentonnier), = derjenige Punkt des Unterrandes des Unterkiefers, der in der Mediansagittal-Ebene am meisten nach unten vorragt. In manchen Fällen ist das Gnathion nicht der absolut am tiefsten gelegene Punkt der Mandibula, da die seitlich von ihm gelegenen Teile besonders bei breiter eckiger Kinnbildung (Lateral-kinn) noch weiter nach unten vorragen können.

**Gonion (go)**, vom griechischen γωνία = Winkel, = derjenige Punkt des Unterkiefers, an welchem der Basalrand des Körpers und der Hinterrand des Ramus zusammen-treffen, bzw. derjenige Punkt des Unterkieferwinkels, der am meisten nach unten, hinten und außen gerichtet ist. In denjenigen Fällen, in denen der Winkel nicht deutlich ausgeprägt ist, ist es doch möglich, das Gonion zu bestimmen, wenn man den Unterkiefer umgekehrt so vor sich hält, daß der Winkel nach oben gerichtet ist, wobei Hinterrand des Astes und Unterrand des Körpers gleichmäßig, d. h. in für beide gleichem Winkel zur Horizontalen nach unten abfallen sollen. Man kann auch selbst bei ganz flachem Winkel in dieser Stellung des Knochens stets den höchsten Punkt der Wölbung feststellen, den man dann als Gonion anzeichnet. Dieser Punkt dient besonders für die Messung der Asthöhe (Maß Nr. 70). Für die Messung der Winkelbreite (Maß Nr. 66) muß immer die am meisten seitlich ausgeladene Stelle des Winkels als Meßpunkt gewählt werden.

In ähnlicher Weise empfiehlt BROCA, an den Unterrand des Körpers und den Hinterrand des Astes ein mit Scharnier versehenes Winkelmaß anzulegen und denjenigen Punkt als Gonion zu bezeichnen, der dem Scharnier am nächsten gelegen ist. KIEFER (1907) errichtet an der Zeichnung des Knochens auf einer Kinncondyluslinie eine Senkrechte und legt an diese ein rechtes Winkelmaß an. Entlang dieses letzteren führt er ein zweites Winkelmaß so weit abwärts, bis dieses die Unterkieferkontur berührt. Die Berührungs-stelle ist das Gonion, d. h. der Scheitelpunkt des Unterkieferwinkels. Die auf diese Weise vorgenommene Bestimmung des Punktes ist zwar noch genauer als die oben angegebene, aber auch umständlicher und gibt in praxi die gleichen Resultate. Andere Autoren verlegen das Gonion an diejenige Stelle, wo bei horizontal auf einer ebenen Fläche aufliegendem Unterkiefer der Hinterrand des Astes sich zu erheben beginnt. Nach dieser Methode fällt das Gonion aber gewöhnlich zu weit nach vorn und ist meist sehr schwer zu bestimmen.

Für spezielle Messungen am Unterkiefer werden hauptsächlich noch die folgenden Punkte verwendet:

**Linguale (li)** = der obere Endpunkt der Symphyse des Unterkiefers an der lingualen Fläche.

**Mentale (ml)** = der tiefste Punkt der Umrandung des Foramen mentale.

**Koronion (kr)** = die Spitze des Kronenfortsatzes. Ist die Spitze in zwei Zacken geteilt, so ist als Meßpunkt stets die vorderste zu wählen.

**Kondylion lat. und med. (kdl und kdm)** = der laterale und mediale Endpunkt des Condylus mandibulae.

**Pogonion (pg)** = der vorragendste Punkt des vorderen Kinnreliefs, d. h. der Prominentia oder Spina mentalis externa.

**Genion (ge)** = Spitze der Spina mentalis interna. Sind mehrere laterale Spinae vorhanden, so wird der Mittelpunkt zwischen diesen Spitzen in der Mediansagittal-Ebene gewählt.

**Lingulare (lg)** = die obere Spitze der Lingula des Unterkiefers.

**Prominentia lat. (prl)** = höchste Erhebung an der äußeren Seite des Corpus mandibulae kurz vor dem aufsteigenden Vorderrande des Ramus.

Zur Numerierung der Zähne schlägt PIQUET (1924, Wiener klin. Wschr. Nr. 23) folgendes Schema vor:



## 1. Dentition, Grundzahlen für die Kieferhälften

	rechts	links
oben	1	2
unten	3	4

## 2. Dentition

	rechts	links
oben	5	6
unten	7	8

Diesen Grundzahlen wird für den einzelnen Zahn die Zahl nach der Reihenfolge von der Mitte ab beigefügt, daher Schema der Milchzähne:

rechts	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	links
	35	34	33	32	31	41	42	43	44	45	

## Schema der bleibenden Zähne:

rechts	58	57	56	55	54	53	52	51	61	62	63	64	65	66	67	68	links
	78	77	76	75	74	73	72	71	81	82	83	84	85	86	87	88	

## 4. Beschreibung der Messungen

Die hier gegebene Aufstellung entspricht einer kritischen Sichtung der gebräuchlichen Maße. Die wichtigsten Maße und Indices sind in das diesem Buche beigelegte kranilogische Beobachtungsblatt, das nach den gleichen Prinzipien wie das somatologische angelegt ist, aufgenommen worden. Für die Synonyme und alle Einzelheiten vgl. auch die kephalometrische Technik. Die Numerierung der Maße ist hier im Rahmen der von MARTIN erstmals durchgeführten Numerierung gegeben, so daß zur näheren Kennzeichnung eines Maßes u. U. nur die Maßnummer genügt; leider hat sich MOLLISON (1938) bei einer Darstellung der Maßmethoden nicht an diese allgemein eingeführte Nummerngebung gehalten.

## a) Gehirnschädel

## a) Längenmaße (Nr. 1—7) (Abb. 234).

1. Größte Hirnschädellänge (Glabellarlänge), *longeur maxima*): Geradlinige Entfernung der Glabella (g) vom Opisthokranion (op), Tasterzirkel. Der Schädel wird mit einer Norma lateralis (am besten der linken) nach oben auf die Unterlage gelegt. Man achte, besonders bei plagiokephalen Schädeln, sorgfältig darauf, daß das Opisthokranion stets in der Mediansagittal-Ebene liegen muß.

1a. Gerade Hirnschädellänge: Projektivische Entfernung der Glabella (g) vom Opisthokranion (op) in bezug auf die Ohr-Augen-Ebene gemessen. Stangenzirkel. Man befestige eine Stahlnadel in der Richtung der Ohr-Augen-Ebene mit Wachs auf dem Jochbogen, projiziere die Glabella auf die Ohr-Augen-Ebene und halte den Stab des Stangenzirkels dieser Nadel parallel. Die gerade Schädellänge ist früher auch auf die Hissche und die v. IHERINGSche Horizontale bezogen worden.

1b. Größte Hirnschädellänge vom Ophryon aus: Geradlinige Entfernung des Ophryon (on) vom Opisthokranion (op). Tasterzirkel. Bei Schädeln mit geringer Entfernung der Glabella oder des Sinus frontalis ist die Differenz des Maßes 1b vom Maße 1 gering. Bei Affen mit starkem Superciliarschirm (Gorilla, Cynocephaliden, Hylobatiden) deckt sich das Ophryon mit dem Supraglabellare.

1c. Hirnschädellänge vom Metopion aus (Intertuberallänge, Tuberrallänge, Längsdurchmesser nach WELCKER): Geradlinige Entfernung des Metopion (m) vom Opisthokranion (op). Tasterzirkel. Das Opisthokranion dieses Maßes ist natürlich nicht mit dem entsprechenden Punkt der größten Hirnschädellänge identisch, sondern fällt viel tiefer. In jedem Fall muß es oberhalb des Inion angenommen werden.

Die Tuberrallänge ist im Mittel geringer als die Glabellarlänge, kann aber in einzelnen Fällen auch größer sein als diese. An Schädeln mit fliehender Stirne und stärkerer Glabellarentwicklung ist die Differenz beider Maße natürlich groß.

1d. Hirnschädellänge vom Nasion aus: Geradlinige Entfernung des Nasion (n) vom Opisthokranion (op) Tasterzirkel.

1(l). Hirnschädellänge parallel zur Ohr-Augen-Ebene: Größte Länge des Hirnschädels in einer durch die Glabella parallel zur Ohr-Augen-Ebene gelegten Ebene. Zeichnung, oder auch direkt am Schädel zu bestimmen.

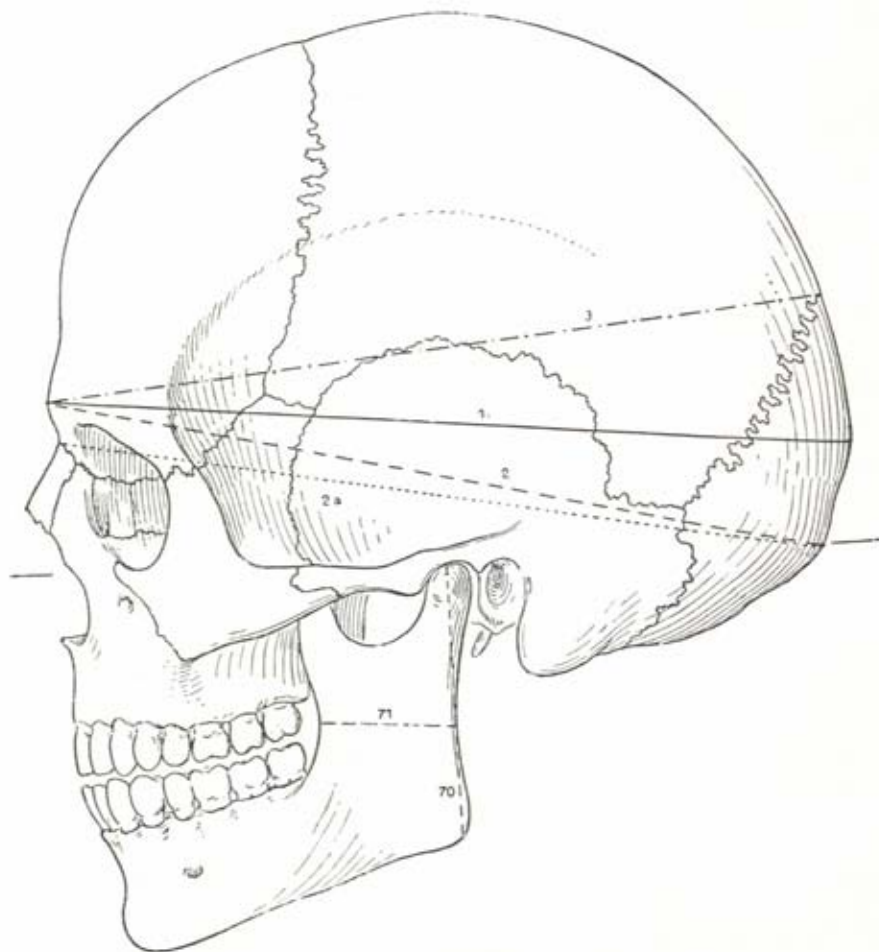


Abb. 234. Schädel in der Norma lateralis mit eingezeichneten Maßen.

2. Glabello-Inionlänge: Geradlinige Entfernung der Glabella (g) vom Inion (i). Wenn das Inion durch einen starken Vorsprung dargestellt wird, muß dies durch ein Zeichen (!) hinter der Maßzahl angegeben werden. Auch an der Zeichnung der Mediansagittal-Kurve zu messen.

2a. Nasion-Inionlänge: Geradlinige Entfernung des Nasion (n) vom Inion (i). Tasterzirkel oder an der Zeichnung der Mediansagittal-Kurve zu messen.

2b. Supraglabello-Inionlänge: Geradlinige Entfernung des Supraglabellare (sg) vom Inion (i). Tasterzirkel. Das Maß entspricht (nach SCHWALBE) von allen Längsdurchmessern am besten der Länge des Schädelinnenraumes; es ist besonders bei Affen mit starkem Superciliarschirm wichtig.

2c. Ophryon-Inionlänge: Geradlinige Entfernung des Ophryon (on) vom Inion (i). Tasterzirkel.

2 (1). **Supraglabello-Intercristallänge**: Geradlinige Entfernung des Supraglabellare (sg) vom Intercristale (in). Gleitzirkel. Das Maß findet Verwendung bei Affenschädeln mit starkem Außenwerk.

3. **Glabello-Lambdalänge**: Geradlinige Entfernung der Glabella (g) vom Lambda (l). Tasterzirkel.

3a. **Nasion-Lambdalänge**: Geradlinige Entfernung des Nasion (n) vom Lambda (l). Tasterzirkel.

4. **Innere Hirnschädellänge** (Länge des Schädelinnenraumes): Abstand des am weitesten nach vorn vorspringenden Punktes des Schädelinnenraumes (Fronten nach Bolk) von dem am meisten nach hinten vorspringenden Punkt (Occipiton) in der Mediansagittal-Ebene. Tasterzirkel mit gekreuzten Armen.

4 (1). **Seitliche Hirnschädellänge**: Geradliniger Abstand der höchsten Erhebung des Stirnhöckers von der höchsten Erhebung des Scheitelhöckers der gleichen Seite. Beiderseitig zu messen. Gleitzirkel.

5. **Schädelbasislänge** (Schädelgrundlinie, äußere Basallinie, Naso-basilar-Linie, ligne naso-basilaire, basi-nasal length): Geradlinige Entfernung des Nasion (n) vom Basion (ba). Taster- oder Gleitzirkel. Benützt man einen Tasterzirkel ohne zugespitzte Endperlen, dann kann das Maß im einzelnen Falle etwas zu groß ausfallen, da man bei tiefliegender Nasenwurzel das Nasion nicht immer mit der Tasterspitze erreicht. Der Schädel wird zur Abnahme des Maßes mit der Norma basilaris nach oben auf die Unterlage gelegt.

5 (1). **Nasion-Opisthionlänge** (Basislinie nach CLELAND): Geradlinige Entfernung des Nasion (n) vom Opisthion (o). Gleitzirkel.

5 (2). **Innere Schädelbasislänge**: Geradliniger Abstand des Basion (ba) vom Foramen caecum des Stirnbeins. Gleitzirkel. Dieses Maß wurde von AEBY als Modul für die Beurteilung der Größe des Schädels zum Vergleich herangezogen.

5 (3). **Achse der Schädelbasis** (Basi-cranial axis nach HUXLEY): Geradlinige Entfernung des Basion (ba) vom Prosphenion (ps). Gleitzirkel.

5 (4). **Schädelbasismitte** (SPATZ): Entfernung zwischen der Verbindungslinie der vorderen Ränder der Foramina optica und der hinteren Sattellebene (Dorsum sellae) in der Medianebene.

6. **Länge der Pars basilaris des Hinterhauptbeines**: Geradlinige Entfernung des Basion (ba) vom Sphenobasion (sphba). Gleitzirkel.

6a. **Basion-Hormionlänge**: Geradlinige Entfernung des Basion (ba) vom Hormion (ho). Gleitzirkel.

6 (1). **Postbasale Länge**: Projektivische Entfernung des Basion (ba) vom vorragendsten Punkt des Hinterhauptes in der Mediansagittal-Ebene. Stangenzirkel oder Goniometer am besten bei senkrecht gerichteter Ohr-Augen-Ebene und Aufstellung in RANKES Kraniophor. TOLDT wählt als hinteren Meßpunkt das Inion.

6 (2). **Horizontale Hinterhauptslänge**: Gerader horizontaler Abstand des Opisthion (o) von der größten Vorwölbung der Hinterhauptsschuppe in der Mediansagittal-Ebene. Das Maß muß projektivisch auf die Ohr-Augen-Ebene genommen werden. Goniometer oder Stangenzirkel mit genau horizontal gehaltener Meßstange. Jede Schiefhaltung der letzteren bedingt große Fehlerquellen.

7. **Länge des Foramen magnum**: Geradlinige Entfernung des Basion (ba) vom Opisthion (o). Reißzeug- oder Gleitzirkel. Die Spitzen des Instruments müssen genau an die Umschlagkanten des Randes angelegt werden.

b) **Breitenmaße** (Nr. 8—16) (Abb. 235/236).

Zur Abnahme der meisten Breitenmaße muß der Schädel mit der Norma basilaris oder occipitalis auf die Unterlage gelegt werden.

8. **Größte Hirnschädelbreite**: Größte Breite senkrecht zur Median-sagittal-Ebene, wo sie sich befindet, jedoch mit Ausnahme der Linea temporalis inf. (crête sus-mastoidienne) und der nächsten Umgebung derselben.



Die Meßpunkte (Eurya) müssen in einer Horizontal- und Frontalebene liegen. Man achte also darauf, daß das Scharnier des Tasterzirkels in der Mediansagittal-Ebene bleibt. Wenn die Temporalschuppen wie es bei Gräberschäden oft der Fall ist, nach dem Austrocknen etwas absteilen oder an ihren Oberrändern klaffen, muß eine entsprechende Reduktion des Maßes vorgenommen werden.

Zur Lagebezeichnung der Eurya verwendet man folgende Abkürzungen:

- p. t. = größte Breite auf den Tubera parietalia,
- p. m. = größte Breite in der Mitte der Parietalia zwischen Tubera und Unterrand,
- p. i. = größte Breite im untersten Abschnitt der Parietalia,
- s. s. = größte Breite auf oder in nächster Nähe der Sutura squamosa,
- t. s. = größte Breite am Oberrand der Temporalschuppe,
- t. p. = größte Breite im hinteren Abschnitt der Temporalschuppe.

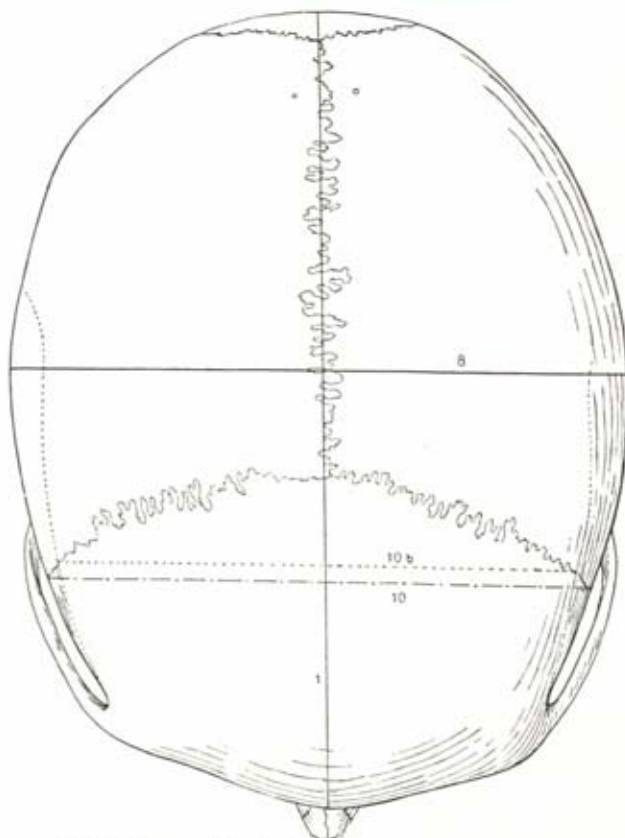


Abb. 235. Schädelansicht mit eingezeichneten Maßen.

Bei den meisten erwachsenen Affen liegen die Eurya an der oberen Grenze der diploischen Räume der Temporalia.

8 a. Temporale Schädelbreite, diamètre transversal temporal, diamètre bi-temporal. Größte Breite des Hinterkopfs in der Biauricularebene = derjenigen Ebene, die durch die beiden Auricularia und das Bregma gelegt wird. Tasterzirkel. Um das Maß richtig messen zu können, zieht man an der angegebenen Stelle dem Bandmaß entlang eine Bleistiftlinie über den Schädel. Das Maß liegt stets oberhalb der Jochbogenwurzel.

8 b. Querdurchmesser des Hirnschädels: Diejenige Gerade, welche zwischen den Kreuzungspunkten des Horizontalumfangs und des Transversalbogens liegt. Tasterzirkel.

Die Meßpunkte sind durch die beiden auf dem Schädel zu markierenden Umfänge (S. 462/463) vorher zu bestimmen (WELCKER).

8 c. **Temporoparietalbreite** (SCHWALBES wahre Breite bei Affenschädeln): Geradlinige Entfernung des Oberrandes der einen vom Oberrand der anderen Schläfenschuppe an der größten seitlichen Ausladung. Tasterzirkel. HABERER bestimmt eine sogenannte Basisbreite als größte Breite auf der Occipitalcrista, gewöhnlich 1—2 cm occipitalwärts vom Porion gelegen.

8 d. **Unterer Querdurchmesser** (nach VIRCHOW): Geradlinige Entfernung der beiden Mitten der Schläfenschuppen voneinander. Tasterzirkel.

8 (1). **Parietale Schädelbreite** (Breite zwischen den Tubera parietalia, obere Breite der Mittelhauptsregion, oberer parietaler Querdurchmesser): Geradlinige Entfernung der beiden höchsten Punkte der Scheitelbeinhöcker voneinander. Gleitzirkel. Man bezeichnet zuvor nach dem Augenschein und sorgfältigem Abtasten die Punkte durch Kreuze mittels einer Bleifeder. (Vgl. unter Metopion S. 444.)

8 (2). **Innere Hirnschädelbreite** (Breite des Schädelinnenraumes): Geradliniger Abstand der beiden am meisten seitlich ausgebuchteten Stellen der Innenwand des Schädels, senkrecht auf die Länge gemessen. Tasterzirkel mit gekreuzten Armen.

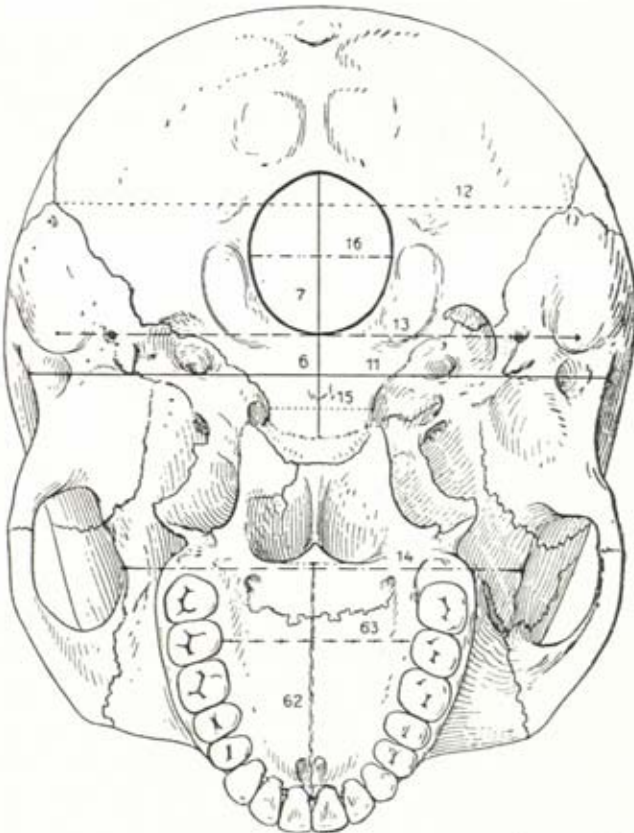


Abb. 236. Schädel in der Norma basilaris mit eingezeichneten Maßen.

9. **Kleinste Stirnbreite** (diamètre frontal minimum ou inférieur): Geradlinige Entfernung der beiden Frontotemporalia (ft) voneinander. Gleitzirkel. Man achte darauf, wirklich die kleinste Entfernung der beiden Lineae temporales auf dem Stirnbein zu messen. Bei Affenschädeln fällt diese Stelle oft weit nach hinten.

9 (1). **Postorbitale Breite** (Breite der postorbitalen Einschnürung). Temporale Breite: Geradliniger Abstand der beiden in der Seitenkontur der *Norma verticalis* hinter den Orbitae am meisten der Medianlinie genäherten Punkte voneinander. Gleit- oder Tasterzirkel. Das Maß soll also die im Horizontalschnitt stärkste Einschnürung, in dem Vertikalschnitt aber größte Ausladung hinter den Orbitae angeben. Es ist leicht zu nehmen, wenn man, die *Norma verticalis* des Schädels gegen sich gekehrt, bei Affenschädeln mit dem Gleitzirkel, bei Menschenschädeln mit dem Tasterzirkel hinter den Orbitae auf- und abwärts fährt, bis man die Maximaldistanz gefunden hat. Das Maß ist besonders bei Affenschädeln wichtig; beim Menschen fällt es meist mit der kleinsten Stirnbreite zusammen.

9 (2). **Oberer frontaler Querdurchmesser** (Stirnhöckerbreite): Geradliniger Abstand der beiden höchsten Erhebungen der Stirnhöcker (*Metopia*) voneinander. Gleitzirkel.

10. **Größte Stirnbreite** (Breite der Coronalnaht): Geradlinige Entfernung der beiden *Coronalia* (co) voneinander. Taster- oder Gleitzirkel.

10 a. **Größte Breite des Stirnbeins in der Schläfengrube**, wo sie sich findet, also nicht nur im Bereich der Naht, Tasterzirkel.

10 b. **Stephanienbreite** (*diamètre stéphanique*): Geradlinige Entfernung der beiden *Stephania* (st) voneinander. Taster- oder Gleitzirkel. Die Stephanienbreite kann mit der größten Stirnbreite zusammenfallen. Da die *Lineae temporales* individuell sehr verschieden weit heraufgreifen, zeigt das Maß große Schwankungen. Bei Affenschädeln mit *Sagittalcrista* fällt dieses Maß weg.

11. **Biauricularbreite** (Breite über den Gehörgängen, Breite zwischen den Ohrpunkten, hinterer temporaler Querdurchmesser, Basalstück des Querrumfanges nach WELCKER): Geradlinige Entfernung der beiden *Auricularia* (au) voneinander. Taster- oder Gleitzirkel. Das Maß wird durch die verschieden starke Entwicklung der Jochbogenwurzel beeinflusst.

11 a. **Von dem oberhalb der Jochbogenwurzel**, also auf der Basis der Schläfenschuppe, gelegenen Punkt der *Linea biauricularis* (siehe unter Nr. 8 a) der einen Seite bis zum entsprechenden Punkt der anderen Seite. Tasterzirkel. BROCA will durch dieses Maß die ungleiche Entwicklung der Jochbogenwurzel ausschließen.

11 b. **Von dem am tiefsten gelegenen Punkt der Jochbogenwurzel**, ohne Rücksicht auf den *Foramen externus*, bis zum entsprechenden Punkt der anderen Seite. Tasterzirkel. Dieses Maß ist häufig geringer als Nr. 11.

11 c. **Von dem Grund der kleinen dreieckigen Grube**, die hinter der *Spina supra maetum* gelegen ist, der einen Seite bis zum entsprechenden Punkt der anderen Seite. Tasterzirkel.

11 (1). **Meatus acusticus externus-Breite**: Geradlinige Entfernung des am meisten seitlich gelegenen Punktes des äußeren knöchernen Gehörganges der einen Seite von dem entsprechenden Punkt der anderen Seite. Gleitzirkel. Dieses Maß wird von der *Norma basilaris* aus und nur an Affenschädeln genommen.

12. **Größte Hinterhauptsbreite** (Breite der Hinterhauptsregion, Asterienbreite, *diamètre astérique*, *asterionic breadth*): Geradlinige Entfernung der beiden *Asterien* (ast) voneinander. Gleitzirkel. Man lege zur Abnahme dieses Maßes den Schädel mit der *Norma occipitalis* gegen sich gerichtet auf die Unterlage.

13. **Mastoidealbreite** (Breite der Schädelbasis, hintere Breite b nach TOLDT): Geradlinige Entfernung der beiden *Mastoidealien* (ms) voneinander. Gleitzirkel. Bei einigen Affen fehlen die Warzenfortsätze ganz; wo sie schwach entwickelt sind, nimmt man als Ausgangspunkt des Maßes die am meisten nach unten vorspringenden Punkte dieser Fortsätze.

13 (1). **Größte Mastoidealbreite** (Hintere Breite nach TOLDT): Geradlinige Entfernung der Seitenflächen der beiden Warzenfortsätze im Niveau des *Meatus acusticus externus*. Gleitzirkel. Es handelt sich hier also darum, die Maximaldistanz zu messen.



14. **Kleinste Schädelbreite:** Geradlinige Entfernung der beiden Infratemporalia (it) voneinander. Gleitzirkel.

14a. **Vordere Schädelbasisbreite** (nach TOLDT): Geradlinige Entfernung der beiderseitigen Kreuzungspunkte der Sutura sphenosquamosa mit der Crista infratemporalis voneinander. Gleitzirkel. Das Maß differiert ziemlich von Nr. 14.

15. **Breite der Pars basilaris des Hinterhauptbeins:** Geradlinige Entfernung der beiden Seitenränder der Pars basilaris an der Außenfläche des Schädels in der Nähe der Fissura sphenooccipitalis. Gleitzirkel.

16. **Breite des Foramen magnum:** Geradlinige Entfernung der beiden Seitenränder des Foramen magnum da, wo sie am meisten seitlich ausgeladen sind. Maximalmaß im Lichten d. h. an der Umschlagskante der Seitenränder zu nehmen. Gleit- oder besser Reißzeugzirkel.

c) **Höhenmaße** (Nr. 17—22) (Abb. 237/238).

17. **Basion-Bregma-Höhe** (Basalhöhe, Bregmahöhe, Hilfshöhe der Frankfurter Verständigung, diamètre basilio-bregmatique, basi-bregmatic height): Geradlinige Entfernung des Basion (ba) vom Bregma (b). Tasterzirkel. Man lege den Schädel in der Norma lateralis vor sich hin.

Dieses Höhenmaß verdient, trotz der etwas variablen Lage des Bregma, vor allen folgenden Höhenmaßen den Vorzug, weil es von zwei festen, leicht zu bestimmenden Punkten ausgeht und die größte Korrelation zur Ohrhöhe aufweist.

Bei Affenschädeln mit Sagittalcrista muß man das Bregma seitlich an die Basis dieses Kammes verlegen.

17 (2). **Innere Schädelhöhe:** Geradlinige Entfernung des Basion (ba) vom Vertex (v). Tasterzirkel. Der höchste Punkt des Scheitels kann aber sehr verschieden, oft weit nach hinten liegen, so daß der Durchmesser schief wird.

17 (2). **Innere Schädelhöhe:** Geradlinige Entfernung des Basion (ba) vom höchsten Punkt der Schädelhöhe in der Mediansagittal-Ebene. Dünner Maßstab oder Nadel.

18. **Ganze Schädelhöhe** (ganze Höhe nach VIBCHOW): Geradlinige Entfernung des Basion (ba) von demjenigen Punkt der Mediansagittal-Kurve des Schädels, der in einer im Basion errichteten, auf der Ohr-Augen- und der Median-sagittal-Ebene senkrechten Frontal-Ebene gelegen ist. Tasterzirkel.

Diese und die folgenden Schädelhöhen verdanken ihre Einführung dem Grundsatz, daß die Höhe der Schädelkapsel senkrecht auf die Länge zu messen sei. Es ist ohne Zweifel eine richtige Forderung, daß die drei Hauptdurchmesser im Sinne eines Achsensternes senkrecht aufeinander stehen sollen, da die Hirnkapsel einen ovoid-symmetrischen Körper darstellt. Für den Längs- und Querdurchmesser ist diese Forderung auch leicht zu erfüllen. Statt der größten Länge ist hier die Ohr-Augen-Ebene als Horizontale gewählt. Zur Abnahme des Maßes legt man daher den Schädel auf die eine Seite, markiert durch eine Stahlnadel mittels Wachs auf dem Jochbogen die Horizontale auf, hält den Tasterzirkel in der Weise, daß die Verbindungslinie seiner beiden Spitzen senkrecht zu derselben gerichtet ist. Dies ist durch das Augenmaß ohne namhaften Fehler leicht zu erreichen. Bei Affenschädeln mit Sagittalcrista muß die Schädelhöhe sowohl mit als ohne Kamm gemessen werden. In der Regel weicht die ganze Schädelhöhe von der Basion-Bregmahöhe nicht oder nur um wenige Millimeter ab, so daß für die Bestimmung des kranologischen Typus die Abnahme des letzteren Maßes genügt.

18a. **Projektivische Entfernung des Basion (ba) vom höchsten Punkt der Hirnkapsel in der Mediansagittal-Ebene senkrecht auf die größte Länge** (Maß Nr. 1). Stangen-zirkel. Man lege eine ca. 40 cm lange Gummischur über Glabella und Opisthion horizontal um den Schädel und bestimme die Höhe, wie oben angegeben, senkrecht darauf. Einfacher und genauer ist es, den Schädel auf den Röhrenkranio-phor in die Ebene der größten Länge einzustellen und die Höhe mittels des Stativgoniometers abzulesen. (Vgl. auch unter Nr. 21 und 22.)

18b. **Gleiches Maß, jedoch senkrecht auf die Glabello-Inion-Länge** (Maß Nr. 2). Stangen-zirkel oder Stativgoniometer.

18c. Abstand des Basion (ba) vom absolut höchsten Punkt der Mediansagittal-Kurve auf die Ohr-Augen-Ebene projiziert. Stativgoniometer. Das Maß unterscheidet sich dadurch vom Maß Nr. 18, daß die Höhe nicht in einer vom Basion, sondern vom höchsten Scheitelpunkt bestimmten Frontal-Ebene gelegen ist.

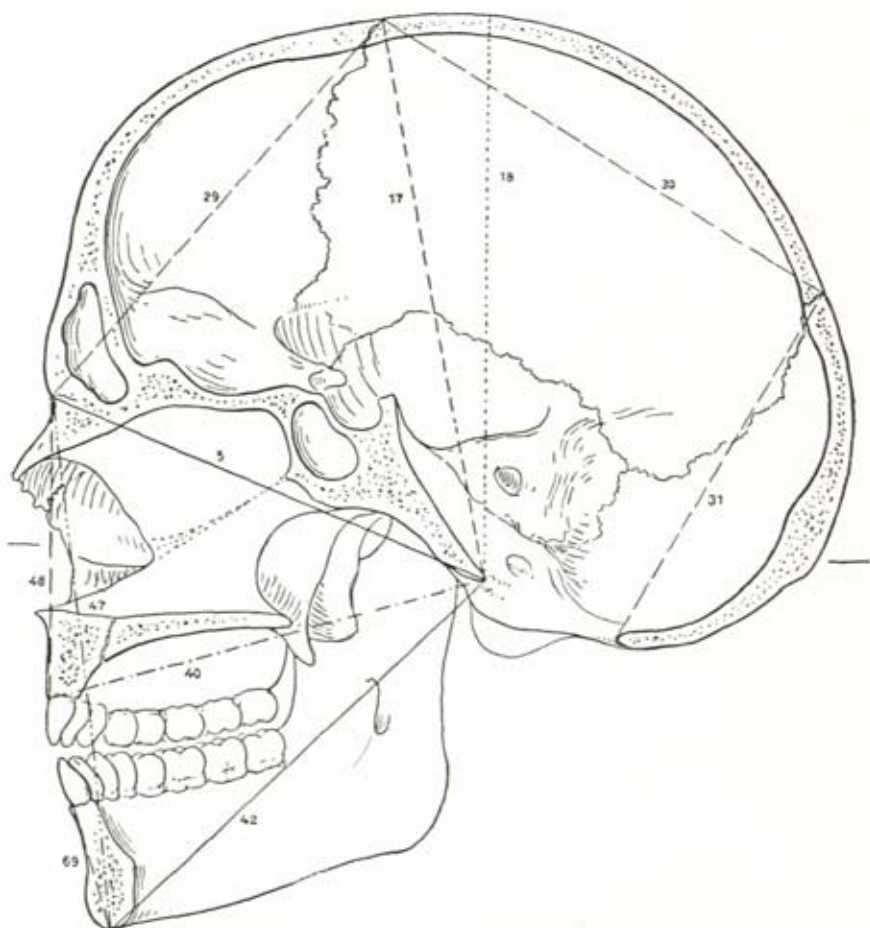


Abb. 237. Schädel in der Norma sagittalis mit eingezeichneten Maßen.

18 (1). *Gesamtschädelhöhe* (nach TOLDT, 1920): Geradlinige Entfernung eines in der Mediansagittal-Ebene gelegenen Punktes einer queren Linie, welche jederseits den Unterrand des Foramen magnum tangiert, von dem senkrecht zur Ohr-Augen-Ebene darüber gelegenen höchsten Punkt der medianen Scheitelkurve. Dieses Maß gibt die Schädelhöhe deshalb genauer, weil die Höhenlage des Basion je nach Neigung und Länge der Pars basilaris großen Schwankungen unterliegen kann. Auch liegt diese Höhe am genauesten in der vertikalen Körperachse. Tasterzirkel.

Die genannte Linie wird da an die Seitenränder des Foramen magnum angelegt, wo der mediale Rand des Gelenkhöckers vom Rand des Hinterhauptloches abbrückt. Sie entspricht in ihrer Höhe annähernd der Querachse des Atlanto-occipital-Gelenkes. Man markiert die untere Querlinie durch einen kleinen Metallstab und setzt das Ende des Tasterzirkels in der Mitte desselben auf (oder Stangenzirkel). Das untere Lineal des Zirkels wird von der Seite hinter den Condylen quer über das Hinterhauptloch gelegt, was nur bei stark ausgebildetem Processus mastoideus nicht ausführbar ist.

19. **Opisthionhöhe** (aufrechte Höhe nach v. BAER): Geradliniger Abstand des Opisthion (o) von demjenigen Punkt der Mediansagittal-Ebene des Schädels, der in einer im Opisthion errichteten, auf die Ohr-Augen- und die Mediansagittal-Ebene senkrechten Frontal-Ebene gelegen ist. Technik wie bei Nr. 18. Tasterzirkel. Diese Höhe wurde von ECKER, HIS, RÜTIMEYER, v. IHERING, DAVIS u. a. auch auf die nach ihnen benannten Ebenen bezogen.

19 (1). **Foramen-magnum-Vertex-Höhe**: Geradlinige Entfernung des höchsten Punktes des Schädels in der Mediansagittal-Ebene von der Fläche des Foramen magnum. Stangenzirkel (DAVIS). Schlechtes Maß, weil bei starker Neigung des Foramen magnum nach vorn der Scheitelpunkt ganz nach hinten fällt.

19 (2). **Höhe der Hinterhauptsregion** (Hintere Schädelhöhe, Opisthion bis  $\frac{3}{4}$  Sut. sagittalis): Geradlinige Entfernung des Opisthion (o) von einem Punkt der Sagittalnaht, der an der Grenze des zweiten und dritten Drittels dieser Naht gelegen ist. Tasterzirkel. Man messe den Parietalbogen (Maß Nr. 27), teile denselben in drei gleiche Teile und markiere den Punkt am Schädel.

20. **Ohr - Bregma - Höhe** (hauteur auriculo-bregmatique, auriculo-bregmatic height): Projektivische Entfernung des linken Porion (po) vom Bregma (b). Es kann auch vom rechten Porion aus gemessen werden (vgl. somatometrische Technik, Maß Nr. 15, S. 366). Stangenzirkel mit Ohrhöhenadel.

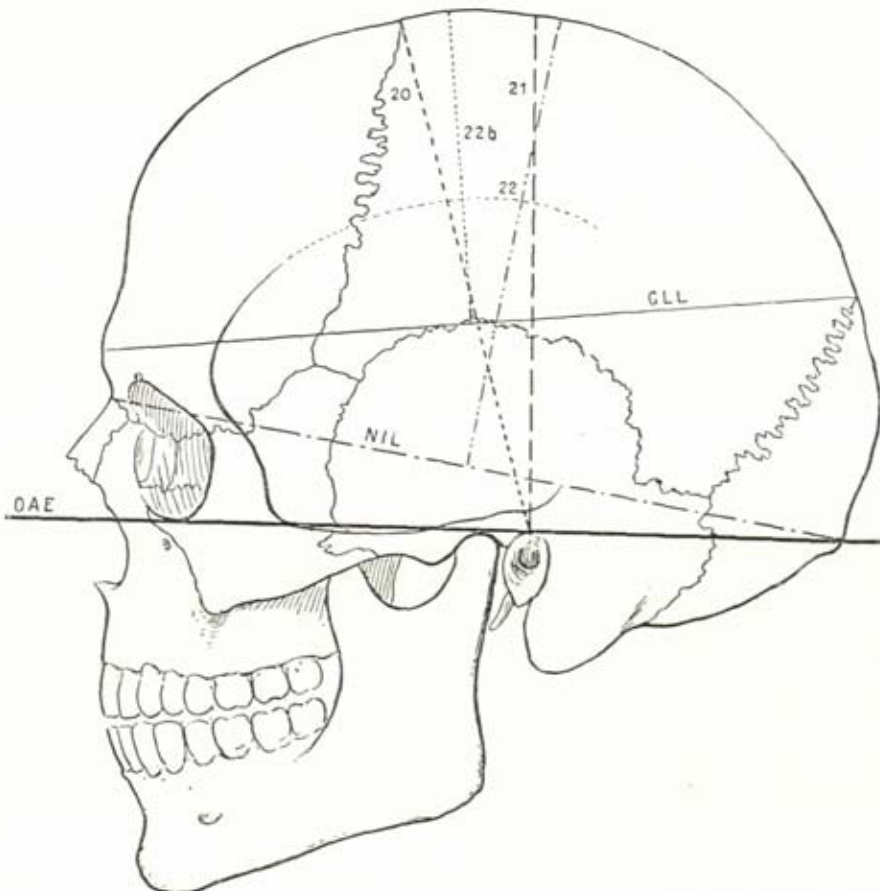


Abb. 238. Schädel in der Norma lateralis mit eingezeichneten Ohrhöhen.



Man lege den Schädel, mit der Norma frontalis sich zugekehrt, auf die Unterlage. Hierauf fasse man den Stangenzirkel mit der rechten Hand, ziehe das obere Stahllineal mit der aufgesteckten Ohrhöhenadel lang aus und halte es mit der linken Hand so auf dem Bregma fest, daß die Nadel in der Mediansagittal-Ebene des Gesichtes verläuft. Dann führe man mit der rechten Hand die Spitze des unteren kurzgestellten Lineals auf das linke Porion. Man kontrolliere das Maß sorgfältig. Noch besser als mit dem Stangenzirkel kann die Messung mit dem Parallelometer mit etwas längeren Nasen nach BREITINGER (1937) oder an der Zeichnung der Norma lateralis erfolgen. Die Ohr-Bregma-Höhe kann zum Vergleich mit der Ohrhöhe des Lebenden (unter Abzug der Dicke der Kopfschwarte) verwendet werden und ist vor allem dann zu nehmen, wenn das Basion fehlt.

Die Ohr-Bregma-Höhe kann auch auf rechnerischem Wege aus den beiden direkten Maßen Porion-Porion und Porion-Bregma (Mittel aus den beidseitigen Maßen) nach der Formel  $OH = pb^2 - \frac{1}{4} pp^2$  gefunden werden.

Vom Porion ausgehende Höhenmessungen geben einen guten Einblick in die Höhe des mittleren Schädelraumes (Großhirnraumes), weil dieser Punkt ziemlich genau im Niveau des Bodens der mittleren Schädelgrube gelegen ist. Auch liegt er ungefähr in der Höhe der Ausgangsstelle der oberen Leiste des Sulcus transversus und damit des Tentorium cerebelli. So entspricht die Höhe des Kleinhirnteils des Schädels der Differenz von Ohrhöhe und Gesamthöhe (TOLDT, 1920).

20a. Projektivische Entfernung der Mitte des äußeren Gehörganges vom Bregma (b). Tasterzirkel in Kombination mit Gleitzirkel.

20 (1). Maximale Ohrhöhe (Hilfsrohrhöhe der Frankfurter Verständigung, Parietalradius nach DAVIS): Projektivische Entfernung des linken Porion (po) von dem absolut höchsten Punkt der Scheitelwölbung in der Mediansagittal-Ebene gemessen. Stangenzirkel mit Ohrhöhenadel oder Stativgoniometer. Nach der Frankfurter Verständigung wird der höchste Punkt etwas willkürlich ungefähr 2–3 cm hinter der Kranznaht angenommen.

21. Ganze Ohrhöhe (Ohrhöhe der Frankfurter Verständigung, vertikale Ohrhöhe): Projektivische Entfernung des linken Porion (po) von demjenigen Punkt der Mediansagittal-Kurve des Schädels, der in einer durch die beiden Poria errichteten zur Ohr-Augen-Ebene senkrechten Frontal-Ebene gelegen ist.

Es ist schwierig, das Maß genau mit Stangenzirkel und Ohrhöhenadel zu bestimmen, da man darauf achten muß, daß der Stangenzirkel sowohl parallel mit der Sagittal-Ebene als auch senkrecht zur Ohr-Augen-Ebene gerichtet ist. Das Maß wird daher besser und leichter an dem in der Ohr-Augen-Ebene aufgestellten Schädel mittels des Stativgoniometers genommen, indem man den letzteren einfach an die Norma lateralis des Schädels anschiebt.

22. Kalottenhöhe: Auf der Nasion-Inion-Linie wird eine die höchste Erhebung der Mediansagittal-Kurve berührende Vertikale zu dieser Linie errichtet und deren Länge festgestellt. An der Zeichnung der Mediansagittal-Kurve oder direkt mit dem Stativgoniometer zu messen.

Bei der letztgenannten direkten Messung muß der Schädel auf dem Röhrenkranio-phor in die Nasion-Inion-Linie eingestellt werden.

22a. Gleiches Maß, jedoch auf die Glabello-Inion-Linie bezogen (SCHWALBE). Technik wie oben nach Einstellung des Schädels in die verlangte Ebene.

22b. Gleiches Maß, senkrecht auf die Glabella-Lambda-Linie.

22c. Gleiches Maß auf die Nasion-Basion-Linie bezogen.

22d. Gleiches Maß auf die Hirnschädellänge parallel zur Ohr-Augen-Ebene bezogen.

d) Umfänge, Bogen und Sehnen (Nr. 23–31)

23. Horizontalumfang des Schädels über die Glabella (courbe horizontale totale, horizontal circumference): Über Glabella (g) und den

vorrangendsten Punkt des Hinterhauptes (Opisthokranion), also in der Ebene der größten Schädelhöhe und senkrecht auf die Mediansagittal-Ebene. Bandmaß.

Dieser, sowie die folgenden Horizontalumfänge des Schädels sind nicht absolut genau, sondern nur annähernd horizontal im Sinne der Ohr-Augen-Ebene. Zur Abnahme des Maßes faßt man den Schädel zwischen Daumen und Mittelfinger der linken Hand an den beiden Jochbeinen, indem man den Nullpunkt des Bandmaßes mit dem Zeigefinger auf der Glabella festhält. Hierauf führt man das Bandmaß mit der rechten Hand über die linke Seite, über das Hinterhaupt und zurück über die rechte Seite zur Glabella. Es ist vorteilhaft, das Opisthokranion, dessen Lage durch die Größte Schädelhöhe festgelegt wurde, vorher zu bezeichnen. Bei kräftig entwickelten Superciliarbogen und starker post-orbitaler Einschnürung kann das Anlegen des Bandmaßes Schwierigkeiten bereiten. Man bedient sich in solchen Fällen besser eines (vorher geprüften) Bandmaßes aus Leinwandstoff, das sich dem Schädelrelief besser anschmiegt.

23 a. Horizontalumfang des Schädels über das Ophryon: Über das Ophryon (on), d. h. entlang der ligne sus-orbitaire und über das Opisthokranion (op). Statt genau über das Ophryon wird das Maß häufig auch einfach oberhalb der knöchernen Augenbrauenbogen genommen. Bandmaß. Technik wie bei Nr. 23. Bei diesem Maß sind also Glabella, Arcus superciliares und Processus jugales ossis frontis von der Messung ausgeschlossen. Bei Affenschädeln verläuft das Maß über das Supra-Glabellare (sg).

23 b. Über das Supraglabellare (sg) und Inion (i). Besonders an Kalotten, bei welchen das Opisthokranion nicht mehr bestimmbar ist, zu verwenden.

23 c. Horizontalumfang des Schädels über beide Metopia (m) und das Opisthokranion (op). Bandmaß. Das Bandmaß wird vorn genau über die Tubera frontalia und hinten über den hervorragendsten Punkt des Hinterhauptes gelegt. MANOUVRIER verwendet auch hier das Submetopion.

23 (1). Vorderer Horizontalbogen (courbe horizontale preauriculaire): Derjenige Abschnitt des Horizontalumfangs Nr. 23 a, der vor der Biauricularebene (siehe unter Nr. 8 a) gelegen ist. Bandmaß. Man zeichne vor Abnahme des Maßes die Biauricularebene auf den Schädel auf. Statt der Biauricularebene wird auch die Ebene des Transversalbogens (Maß Nr. 24) gewählt (WELCKER).

23 (2). Hinterer Horizontalbogen (courbe horizontale postauriculaire): Derjenige Abschnitt des Horizontalumfangs Nr. 23 a, der hinter der Biauricularebene gelegen ist. Bandmaß. Das Maß kann auch durch Berechnung, d. h. durch Abzug des Maßes Nr. 23 (1) von Nr. 23 a, gewonnen werden.

24. Transversalbogen (fälschlich Transversalumfang; Frontalbogen in der Querschnittsebene des Bregma, courbe transversale sus-auriculaire, auriculo-bregmatic arc): Vom Porion (po) der einen Seite quer über das Bregma (b) bis zum entsprechenden Punkt der anderen Seite. Bandmaß.

Man fasse den Schädel zwischen dem linken Daumen und der übrigen linken Hand in der Mastoidearegion, die Norma occipitalis gegen sich gekehrt, und halte mit dem linken Daumen den Nullpunkt des Bandmaßes auf dem linken Porion fest. Das Bandmaß verläuft also in der Biauricularlinie BROCAS.

An Affenschädeln mit Sagittalerista kann das Maß mit und ohne Kamm gemessen werden. In letzterem Falle muß das Bandmaß je vom Porion aus in der Gegend des Bregma bis zu der beim Interistale erwähnten Linie angelegt werden. Der Abstand der beiden Linien, d. h. die Kammbreite, wird dann mittels Gleitzirkel gemessen und zu den Maßzahlen der beiden Bogenlängen addiert.

24 a. Gleicher Bogen, jedoch von Auriculare zu Auriculare. Bandmaß.

24 b. Vertikaler Transversalbogen: Vom Porion (po) der einen Seite quer über den Scheitel bis zum entsprechenden Punkt der anderen Seite senkrecht zur Ohr-Augen-Ebene. Bandmaß. Das Bandmaß muß durch Visieren in die richtige Lage gebracht werden, oder man kann auch vorher die verlangte Frontalebene auf dem Schädel mittels einer Bleifeder aufzeichnen. Man markiere vorher die Ohr-Augen-Ebene durch eine mittels Wachs auf dem Jochbogen befestigte Stahlnadel. Der vertikale Transversalbogen weicht vom Maß 24 bei brachykephalen Schädeln im Mittel nur um 1 mm ab, in der Mehrzahl der Fälle nach der +Seite; bei Dolichocephalen besteht im Mittel kaum ein Unterschied.

24 c. Bogen wie bei 24 b, nur wird als Ausgangspunkt der Grund der dreieckigen Grube hinter der Spina supra meatum gewählt.



24d. Bogen wie 24b. Von Porion zu Porion, aber in einer senkrecht auf die größte Länge stehenden Ebene. Sie schneidet in der Regel ca.  $\frac{1}{2}$  cm hinter dem Bregma die Sagittalnaht.

24e. Von der Mitte des Porus acusticus externus der einen Seite über das vorderste Fünftel der Sutura sagittalis zum entsprechenden Punkt der anderen Seite (WELCKER).

24 (1). Transversalumfang des Hirnschädels (courbe transversale totale): Vom Porion (po) der einen Seite quer über das Bregma (b) zum Porion der anderen Seite und von hier über die Schädelbasis bis zum Ausgangspunkt. Bandmaß. Das Bandmaß kann an der Basis den Unregelmäßigkeiten des Reliefs sich nicht anpassen, sondern überbrückt diese. Man versuche das Bandmaß möglichst geradlinig zu führen, wird aber gelegentlich genötigt sein, es ein wenig zu drehen, um an den Processus styloidei vorbeizukommen.

BROCA geht von den Auricularia aus, doch bleibt sich das Ergebnis ziemlich gleich. Das Maß kann auch durch Addition der temporalen Schädelbreite (Maß Nr. 8a) und des Transversalbogens (Maß Nr. 24) gewonnen werden.

24 (2) Basaler Transversalbogen (courbe sous-auriculaire): Das Maß ist durch Subtraktion des Transversalbogens Nr. 24 vom Transversalumfang Nr. 24 (1) zu berechnen.

24 (3). Parietaler Transversalbogen (Abstand zwischen den Schläfenlinien): Derjenige Abschnitt des Transversalbogens Nr. 24, der zwischen den beiden oberen Schläfenlinien gelegen ist. Bandmaß.

24 (4). Frontaler Transversalbogen: Abstand des Pterion (pt) der einen Seite von dem entsprechenden Punkt der anderen Seite quer über das Bregma gemessen. Bandmaß.

25. Mediansagittal-Bogen (fälschlich Sagittalumfang; Scheitelbogen, courbe occipito-frontale, total longitudinal arc): Vom Nasion (n) in der Mediansagittal-Ebene bis zum Opisthion (o). Bandmaß. Der Mediansagittal-Bogen muß gleich der Summe der mediansagittalen Frontal-, Parietal- und Occipitalbögen sein. Man vergleiche die Zahlen. Sind die Meßpunkte genau markiert, so stimmen die Zahlen überein.

25a. Mediansagittal-Bogen bis zum Inion (courbe inio-frontale): Vom Nasion (n) in der Mediansagittal-Ebene bis zum Inion (i). Bandmaß. Dieses Maß entspricht dem Mediansagittal-Bogen beim Lebenden, nur daß im letzteren Falle noch die Kopfhaut mitgemessen wird.

25 (1). Mediansagittal-Umfang (senkrechter Längsumfang nach WELCKER, circonférence médiane): Das Maß wird gewonnen durch Addition des Mediansagittal-Bogens Nr. 25, der Länge des Foramen magnum Nr. 7 und der Schädelbasislänge Nr. 5.

26. Mediansagittaler Frontalbogen (Bogenlänge des Stirnbeines, courbe médiane frontale totale, frontal longitudinal arc): Vom Nasion (n) zum Bregma (b). Bandmaß.

26 (1). Mediansagittaler Glabellarbogen (Bogenlänge der Pars glabellaris, courbe frontale sous-cérébrale): Vom Nasion (n) zum Supraglabellare (sg), d. h. zum tiefsten Punkt der Stirnkurve oberhalb der Glabella. Bandmaß. Statt des Supraglabellare wurde früher meist das Ophryon (on) genommen.

26 (2). Mediansagittaler Cerebralbogen des Stirnbeins (Bogenlänge der Pars cerebralis ossis frontalis): Vom Supraglabellare (sg) zum Bregma (b). Bandmaß.

27. Mediansagittaler Parietalbogen (Bogenlänge des Scheitelbeins, courbe médiane pariétale, parietal longitudinal arc): Vom Bregma (b) zum Lambda (l). Bandmaß.

27 (1). Temporaler Parietalbogen (Bogenlänge des temporalen Parietalrandes): Vom Pterion (pt) bzw. Sphenion (sphn) bis zum Asterion (ast) entlang dem Margo squamosus. Bandmaß.

27 (2). Frontaler Parietalbogen (Bogenlänge des Margo coronalis des Scheitelbeins): Vom Bregma (b) zum Sphenion (sphn) entlang dem Margo frontalis. Bandmaß.



27 (3). Occipitaler Parietalbogen (Bogenlänge des Margo lambdaideus des Scheitelbeins): Vom Lambda (l) zum Asterion (ast) entlang dem Margo occipitalis. Bandmaß.

28. Mediansagittaler Occipitalbogen (Sagittalumfang der Hinterhautschuppe, *courbe médiane occipitale totale, occipital arc*): Vom Lambda (l) zum Opisthion (o). Bandmaß. Ist die *Protuberantia occipitalis externa* sehr stark ausgesprochen, so muß dies bemerkt werden.

28 (1). Mediansagittaler Oberschuppenbogen des Occipitale (*courbe médiane sus-occipitale*): Vom Lambda (l) zum Inion (i). Bandmaß.

28 (2). Mediansagittaler Unterschuppenbogen des Occipitale (*courbe médiane sous-occipitale du cérébelleuse*): Vom Inion (i) zum Opisthion (o). Bandmaß. Auch durch Subtraktion des Maßes Nr. 28 (1) von Nr. 28 zu gewinnen.

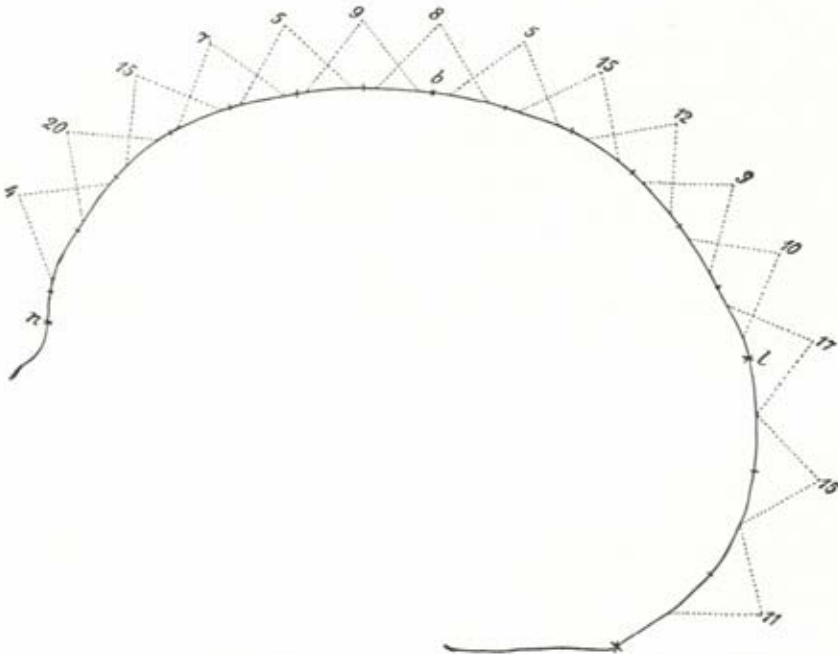


Abb. 239. Mediansagittal-Bogen eines Maorschädels mit eingezeichneten Krümmungswerten über den Punkten, in welchen die Krümmung bestimmt wird (nach MOLLISON).

Zur genaueren Charakterisierung der Krümmungsverhältnisse der drei Deckknochen sowie der ganzen Mediansagittal-Kurve des Schädels bestimmt man mittels des Cyclometers die Krümmungswerte, die als die reziproken Werte der Krümmungsradien zu definieren sind.

Wie Abb. 239 zeigt, mißt man die Krümmung der Frontalkurve in 6 Punkten, welche in gleichen Abständen zwischen Glabella und Bregma liegen. Ferner bestimmt man die Krümmung im Bregma selbst, die Krümmung der Parietalkurve von 5 Punkten, die Krümmung im Lambda und in 2 Punkten die des Oberschuppenbogens des Occipitale. Die Unterschuppe zeigt gewöhnlich keine einheitliche Krümmung. Kleine unwesentliche lokale Unebenheiten gleiche man durch ein aufgelegtes Stahlbandmaß aus.

Das gleiche Verfahren kann auch zur Bestimmung anderer Krümmungsverhältnisse des Schädels benützt werden.

29. Mediansagittale Frontalsehne (Sehnenlänge des ganzen Stirnbeins, Stirnhöhe): Geradlinige Entfernung des Nasion (n) vom Bregma (b). Gleitzirkel.

29a. Projektivische Entfernung des Nasion (n) vom Bregma (b), projiziert auf die Frontal-Ebene, Stativgoniometer. Der Schädel muß zunächst auf dem Röhrenkranio-phor in die Ohr-Augen-Ebene eingestellt werden.

29 (1). Mediansagittale Sehne der Pars glabellaris des Stirnbeins: Geradlinige Entfernung des Nasion (n) vom Supraglabellare (sg), d. h. von dem am meisten zurücktretenden Punkt der Stirnkurve oberhalb der Glabella. Der Punkt ist vor der Messung zu bezeichnen. An der Zeichnung der Mediansagittal-Kurve oder direkt am Schädel mit dem Gleitzirkel zu messen.

29 (2). Mediansagittale Sehne der Pars cerebralis des Stirnbeins: Geradlinige Entfernung des Supraglabellare (sg) vom Bregma (b). Technik wie Nr. 29 (1).

30. Mediansagittale Parietalsehne: Geradlinige Entfernung des Bregma (b) vom Lambda (l). Gleitzirkel.

30 (1). Temporale Parietalsehne (Sehnenlänge des temporalen Parietalrandes): Geradlinige Entfernung des Sphenion (sphn) vom Asterion (ast). Gleitzirkel.

30 (2). Frontale Parietalsehne (Sehnenlänge des Margo coronalis des Scheitelbeins): Geradlinige Entfernung des Bregma (b) vom Sphenion (sphn). Gleitzirkel.

30 (3). Occipitale Parietalsehne (Sehnenlänge des Margo lambdoideus des Scheitelbeins): Geradlinige Entfernung des Lambda (l) vom Asterion (ast). Gleitzirkel.

31. Mediansagittale Occipitalsehne (Schräge Höhe der Hinterhauptregion): Geradlinige Entfernung des Lambda (l) vom Opisthion (o). Gleitzirkel.

31 (1). Mediansagittale Sehne der Oberschuppe des Occipitale: Geradlinige Entfernung des Lambda (l) vom Inion (i). Gleitzirkel.

31 (2). Mediansagittale Sehne der Unterschuppe des Occipitale: Geradlinige Entfernung des Inion (i) vom Opisthion (o). Gleitzirkel.

e) Winkel (Nr. 32—37) (Abb. 240)

Die Zahl der Winkel, die am Hirnschädel direkt oder an Kraniogrammen genommen werden, ist groß. Es können hier nur die wichtigsten, die für die Charakterisierung der allgemeinen Schädelform in Betracht kommen, Erwähnung finden. Aus den aufgezählten können durch Berechnung und Konstruktion auch noch eine Reihe anderer gewonnen werden.

32. Stirnprofil-Winkel: Winkel, den die Nasion-Metopion-Linie mit der Ohr-Augen-Ebene bildet. Gleitzirkel mit Ansteckgoniometer bei Einstellung des Schädels in die Ohr-Augen-Ebene.

Man lege die Spitzen des Gleitzirkels an Nasion und Metopion an. Statt des gelegentlich schwer zu bestimmenden Metopion wird empfohlen, den ersten Drittelungspunkt des Nasion-Bregma-Bogens zu nehmen. Er fällt fast immer ganz oder nahe mit dem Metopion zusammen.

32a. Winkel, den eine von der Glabella (g) an die in der Mediansagittal-Ebene vorspringendsten Stelle des Stirnbeins gezogene Tangente mit der Glabello-Inion-Linie bildet.

An dem in die Glabello-Inion-Ebene eingestellten Schädel mit Gleitzirkel und Ansteckgoniometer oder an der Zeichnung der Mediansagittal-Kurve mittels des Winkelmessers zu messen.

32 (1). Stirnneigungswinkel (Nasion-Bregma-Winkel): Winkel, den die Nasion-Bregma-Linie mit der Nasion-Inion-Linie bildet. Technik wie oben, nur Einstellung des Schädels in die Nasion-Inion-Ebene.

32 (1a). Winkel, den die Nasion-Bregma-Linie mit der Ohr-Augen-Ebene bildet. Technik wie oben, nur Einstellung in die Ohr-Augen-Ebene.

32 (2). Glabello-Bregma-Winkel: Winkel, den die Glabello-Bregma-Linie mit der Glabello-Inion-Linie bildet. Technik wie oben.

32 (3). **Stirnneigungswinkel der Pars glabellaris:** Winkel, den eine Nasion (n) und Supraglabellare (sg) verbindende Gerade mit der Nasion-Inion-Linie bildet. Technik wie oben.

32 (4). **Stirnneigungswinkel der Pars cerebralis:** Winkel, den die Verbindungslinie Supraglabellare (sg) bis Bregma (b) mit der Nasion-Inion-Linie bildet. Technik wie oben.

32 (5). **Krümmungswinkel des Stirnbeins (angle de la convexité frontale):** Winkel, den zwei von dem höchsten Punkt der Stirnbeinkurve als Scheitelpunkt zum Nasion (n) und zum Bregma (b) gezogene Gerade miteinander bilden. Am Kranio-gramm der Mediansagittal-Kurve zu messen.

32 (6). **Krümmungswinkel der Pars cerebralis des Stirnbeins:** Winkel, den zwei von dem höchsten Punkt der Stirnbeinkurve als Scheitelpunkt des Stirnbeins zum Supraglabellare (sg) und Bregma (b) gezogene Gerade miteinander bilden (Technik wie Nr. 32 (5)).

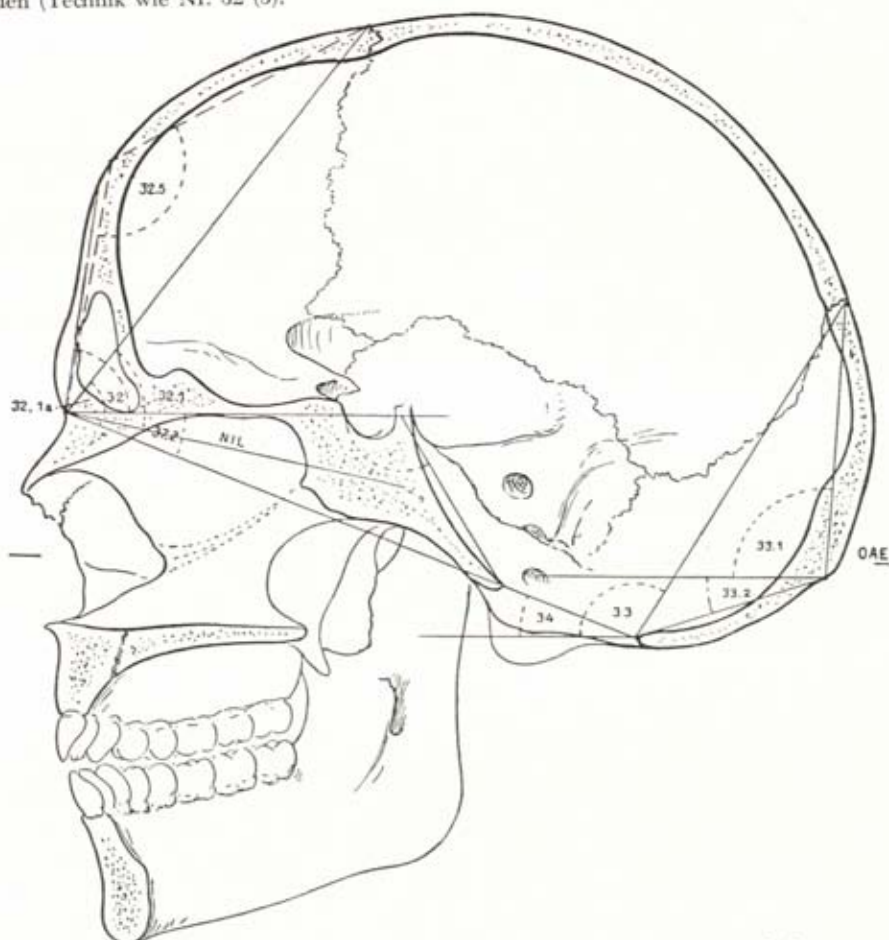


Abb. 240. Schädel in der Norma sagittalis mit eingezeichneten Winkeln.

33. **Lambda-Opisthion-Winkel (Hinterhauptsneigungswinkel):** Winkel, den eine Lambda (l) und Opisthion (o) verbindende Gerade mit der Ohr-Augen-Ebene bildet. Gleitzirkel mit Ansteckgoniometer.

Die Neigung der Lambda-Opisthion-Linie kann auch  
 33a zur Nasion-Inion-Linie,  
 33b zur Glabello-Inion-Linie und



33c zur Schädelbasis (Nasion-Basion-Linie) festgestellt werden. Es wird der der Schädelkavität zugewendete Winkel abgelesen.

33 (1). *Lambda-Inion-Winkel*: Winkel, den eine Lambda (l) und Inion (i) verbindende Gerade mit der Ohr-Augen-Ebene bildet. Gleitzirkel mit Ansteckgoniometer. An dem in die Ohr-Augen-Ebene eingestellten Schädel zu messen oder an dem Kraniogramm der Mediansagittal-Kurve mittels Winkelmesser abzulesen.

Die Neigung der Lambda-Inion-Linie kann auch

33 (1a) zur Nasion-Inion-Linie,

33 (1b) zur Glabello-Inion-Linie festgestellt werden.

Ablesung wie bei Nr. 33 (1).

33 (2). *Opisthion-Inion-Winkel* (Nuchal- oder Unterschuppenwinkel): Winkel, den eine Opisthion (o) und Inion (i) verbindende Gerade mit der Ohr-Augen-Ebene bildet. Gleitzirkel mit Ansteckgoniometer.

Ferner Neigung der Opisthion-Inion-Geraden zu

33 (2a) der Nasion-Inion-Linie,

33 (2b) der Glabello-Inion-Linie.

33 (2c) Winkel den das Planum nuchale der Hinterhaupschuppe mit der Ohr-Augen-Ebene bildet. Nur an der Zeichnung der *Norma lateralis* zu messen, nachdem eine Tangente an das Planum nuchale gelegt wurde.

33 (3). *Inion-Opisthion-Schädelbasis-Winkel*: Winkel, den eine Opisthion-Inion verbindende Gerade mit der Schädelbasis bildet. Am leichtesten zu berechnen durch Addition von Nr. 33 (2) und 37 (2).

33 (4). *Occipitaler Knickungswinkel* (Interoccipitaler Sehnenwinkel): Winkel, den die Lambda-Inion-Sehne mit der Inion-Opisthion-Sehne bildet. Am Kraniogramm zu messen oder durch Addition von Nr. 33 (1) und Nr. 33 (2) zu gewinnen.

34. *Neigungswinkel des Foramen magnum* (Foramen magnum-Winkel): Winkel, den eine Basion (b) und Opisthion (o) verbindende Gerade mit der Ohr-Augen-Ebene bildet.

Der Schädel wird im Kraniophor aufgestellt, das Ansteckgoniometer an einem Metallstab angebracht, den man an Basion und Opisthion anlegt. Die von dem Instrument berührten Stellen entsprechen nicht genau den genannten Punkten, sondern liegen etwas tiefer, d. h. an der Außenfläche der Ränder des Foramen magnum. Da diese letzteren außerdem verschieden dick sein können, so kommt der Metallstab nicht immer in die „Ebene“ des Foramen magnum zu liegen. Die Messung ist daher genauer an dem Kraniogramm der Mediansagittal-Kurve auszuführen. Liegt das Opisthion höher als das Basion, so werden die Winkel mit +, liegt es aber tiefer, mit — bezeichnet.

34 (1). *Angle basilaire nach BROCA*: Winkel, den die Ebene des Foramen magnum mit der Schädelbasis bildet. Der Scheitel des Winkels liegt am Basion. Am Kraniogramm zu messen.

34 (2). *Second angle occipital nach BROCA*: Winkel, den die Ebene des Foramen magnum mit der Nasion-Opisthion-Geraden bildet. Der Scheitel liegt am Opisthion. Technik wie oben. Dieser Winkel ist besser wie der früher viel gebräuchliche Occipitalwinkel von DAUBENTON, der die Neigung der Foramen-magnum-Ebene zur Orbito-Opisthion-Ebene bestimmt.

35. *Clivus-Winkel*: Winkel, den der Clivus mit der Ohr-Augen-Ebene bildet. Direkt am Schädel zu messen.

Dieser wird mit dem Gesichtsskelet in einen Wachslehmkloß eingedrückt und so orientiert, daß die Ohr-Augen-Ebene senkrecht gerichtet ist. Einstellung mittels des Parallelographen auf der Marmorplatte. Fällt genügend Licht in das Foramen magnum, so übersieht man den ganzen Clivus. Man legt dann an seine obere Ebene ein Messinglineal an, an das unten das Ansteckgoniometer befestigt ist. Das Dorsum sellae wird nicht mitgemessen. Ist der Clivus gewölbt oder mit Hervorragungen besetzt, so ist die Messung zu unterlassen. Die einfachste, den Schädel nicht zerstörende Methode zur Bestimmung des Clivuswinkels ist eine Aufnahme mit Röntgenstrahlen.

35 (1). *Pars-basilaris-Winkel*: Winkel, den der Unterrand der Pars basilaris des Hinterhauptbeins mit der Vertikalen bildet. Man stellt den Schädel im Kubus- oder in RANKES Kraniophor so ein, daß die Ohr-Augen-Ebene senkrecht gerichtet ist und berührt mit dem einen Lineal des Stativgoniometers das Sphenobasion (sphba) mit dem anderen das Basion (ba), d. h. einen wirklich der eigentlichen Ebene der Pars basilaris angehörigen Punkt.

36. **Sphenoidal-Winkel** (nach WELCKER; Keilwinkel, Winkel am Ehippium, Knickungswinkel der Basis): Winkel, den eine das Nasion (n) und den Vorderrand der Sella turcica (Sphenoidale) verbindende Gerade mit einer den letztgenannten Punkt und das Basion (ba) verbindenden Geraden bildet.

Die beiden Schenkel dieses Winkels bilden zusammen mit der Schädelbasislänge das sogenannte Dreieck der Schädelbasis. Der Winkel kann genau nur an mediansagittal oder horizontal geschnittenen Schädeln gemessen werden.

36a. **Sphenoidal-Clivus-Winkel** (nach LANDZERT): Winkel, den die Ebene des Planum sphenoidale mit der Ebene des Clivus bildet. Technik wie oben bei Nr. 36.

36 (1). **Sattelwinkel** (nach VIRCHOW): Winkel, dessen einer Schenkel vom Basion (ba) zur Mitte der Synchondrosis sphenoccipitalis, dessen anderer von dem letzteren Punkt zur Mitte der Höhe des vorderen Randes vom vorderen Keilbein "gezogen" wird. Da die Schenkel dieses Winkels von den Achsen des Keilbeinkörpers und der Pars basilaris des Hinterhauptbeines gebildet werden, kann er nur am Mediansagittalschnitt des Schädels gemessen werden.

36 (2). **Sattelwinkel** (nach v. TÖRÖK): Winkel, dessen einer Schenkel von der Mitte des Limbus sphenoidalis (Tylion nach v. TÖRÖK) zum Nasion (n), dessen anderer von dem gleichen Punkt zum Basion (ba) zieht. Sphenoidalgoniometer. Beide Achsen sind künstliche Linien; ihr Schnittpunkt liegt an der medianen Grenze der ersten und zweiten Schädelgrube.

36 (3). **Hinterer Sattelwinkel** (nach v. TÖRÖK): Winkel, dessen einer Schenkel vom Mittelpunkt der Sattellehne (Klition nach v. TÖRÖK) zum Nasion (n), dessen anderer vom Klition zum Basion (ba) zieht. Sphenoidalgoniometer.

37. **Kalottenbasis-Winkel**: Winkel, den die Nasion-Inion-Ebene mit der Ohr-Augen-Ebene bildet. Der Schädel wird in die Ohr-Augen-Ebene eingestellt. Tasterzirkel mit Hülse zur Horizontalstellung des Ansteckgoniometers. Die Größe des Winkels wird direkt am Gradbogen abgelesen.

37a. Winkel, den die Glabello-Inion-Ebene mit der Ohr-Augen-Ebene bildet. Technik wie oben.

37 (1). Winkel, den die Glabello-Lambda-Ebene mit der Ohr-Augen-Ebene bildet. Technik wie oben. Aus Nr. 37a und 37 (1) kann auch der Winkel, den die Glabello-Lambda-Ebene mit der Glabello-Inion-Ebene bildet, berechnet werden.

37 (2). **Schädelbasis-Winkel**: Winkel, den die Schädelbasis mit der Ohr-Augen-Ebene bildet. Der Schädel wird in die Ohr-Augen-Ebene eingestellt. Tasterzirkel mit Ansteckgoniometer.

37 (3). Winkel, den die Alveolokondylen-Ebene mit der Ohr-Augen-Ebene bildet. Man preßt an den in die Ohr-Augen-Ebene eingestellten Schädel die Holzplatte des TOPINANDSchen Schädelhalters derart an, daß sie Prosthion und Kondylen berührt, und legt an dieselbe den mit dem Ansteckgoniometer versehenen Gleitzirkel an.

#### f) Volum- und Gewichtsbestimmung (Nr. 38 und 39)

38. **Schädelkapazität**. Vor Beginn der Messung verstopfe man die Kanäle und Foramina an der Schädelbasis und in den Orbitae mit kleinen Wattebäuschen. Ist der Schädel in seinen Nähten gelockert und durchsägt, so umwickle man ihn mit einer festen Schnur, einem breiten Gummiband oder einem mit Schnalle versehenen Leinengurt. Kleinere Defekte der Schädelwandung können durch festes Japanpapier, mit hartem Wachs oder mit Watte, die jedoch nicht in das Innere des Schädels hineinragen darf, ergänzt werden. Größere Defekte besonders wichtiger Schädel kann man durch eine kleine Blei- oder Kupferplatte schließen, der man durch Hämmern annähernd die Form des Schädels an der betreffenden Stelle gibt und die man mittels Schnüren an der äußeren Schädelwand befestigt.

Den so vorbereiteten, in ein (Hirse-)Becken eingelegten Schädel füllt man mit Hilfe des Trichters durch das Hinterhauptsloch mit Hirsekörnern und stößt ihn,



um die Füllmasse gleichmäßig zu verteilen und zu kondensieren, mehrmals mit der Stirnseite leicht auf die Tischplatte. Hierauf preßt man mittels des kleinen Stößels noch so viele Körner als möglich nach allen Richtungen in die Schädelhöhle ein, bis die Füllmasse im Hinterhauptsloch eben steht. Aber erst durch Nachpressen mit dem flachen Daumen erreicht man die notwendige Kondensation der Füllmasse in ihren oberen Schichten. Auf der Schädelbasis aufliegende Körner müssen entfernt werden.

Jetzt gießt man die Hirse aus dem Schädel durch den Trichter in den Meßzylinder, stößt den letzteren, um die gleiche Dichtigkeit der Masse wie im Schädel zu erzielen, einige Male in rhythmischen Schlägen auf eine weiche Unterlage (Stroh- oder Kokosmatte) auf, bis keine Abnahme des Volumens mehr bemerkbar ist. Die gleichdichte Lagerung der Füllmasse in Schädel und Meßzylinder ist zur Erreichung eines genauen Resultates absolut notwendig, und es sind die einzelnen Manipulationen der Messungen stets gleichförmig auszuführen. Zum Schluß preßt man die eingepaßte Platte des Stempels auf die eingefüllte Masse des Meßzylinders und liest am Unterrand des Stempels das Volumen ab.

Die Kubierung eines Schädels nach der angegebenen Methode erfordert eine Zeit von etwa 5 Minuten. Die Messung selbst kann bei einiger Übung und unter Anwendung von Kontrollmessungen auf 10 ccm genau vorgenommen werden. Eine solche Genauigkeit ist für alle Fälle genügend.

Die Prüfung des Verfahrens an einem Kontrollschädel ist unerlässlich und sollte jeweils nach der Kubierung von 10—20 Schädeln vorgenommen werden. Als Kontrollschädel (Crâne étalon), d. h. als Eichmaß, dient am besten ein Schädel, der sich zur Wasserfüllung eignet. Man kann ihn selbst herstellen, indem man ein Calvarium ganz mit Meningölfarbe innen und außen überzieht und dadurch wasserdicht macht. Es ist darauf zu achten, daß dabei alle Öffnungen und Undichtigkeiten durch die Meningölfarbe (oder auch durch Siegelack, Plastelin oder Glaserkitt) ausgefüllt sind. Von anderer Seite wird auch empfohlen, den Schädel innen und außen zweimal mit Kopallack oder mit geschlagenem Eiweiß zu bestreichen oder auch mit einem Schellackfirnis zu überziehen. Der Rauminhalt eines solchen Schädels kann durch Wasserfüllung genau festgestellt werden. Die Hirsemessung soll der Wasserkubierung möglichst genau gleichkommen. Ergeben Versuche mit dem Kontrollschädel niederere Werte als die Hirsemessung, so war die Kondensation der Hirsemasse im Schädel eine ungenügende, ist aber der Wert höher als bei der Wassermessung, so wurde der Schädel zu stark oder zu häufig aufgestoßen. HEDLIČKA bestimmt den Inhalt des Meßzylinders, ohne Druck oder Stoß auszuüben.

#### Einteilung der Schädelkapazität (nach SARASIN):

	♂	♀
oligenkephal	x—1300 ccm	x—1150 ccm
euenkephal	1301—1450 ccm	1151—1300 ccm
aristenkephal	1451—x ccm	1301—x ccm

Andere häufig gebrauchte Einteilungen sind:

mikrokephal	x—1150	Nannokephale	x—1200
klein	1150—1450	Eurykephale	1200—1600
mittel	1450—1650	Kephalonen	über 1600
groß	1650—1950		(VINCHOW)
makrokephal	1950—x		
	(BROCA)	mikrokephal	x—1150
		elattokephal	1150—1300
mikrokephal	x—1350	oligokephal	1300—1400
mesokephal	1350—1450	metriokephal	1400—1500
megakephal	1450—x	megalokephal	1500—x
	(FLOWER u. TURNER)		(SERGI)

Die nach BROCAS Vorschrift mit Bleischrot gewissenhaft ausgeführten Messungen ergeben zwar sehr genau vergleichbare Resultate, liefern aber gegebenüber der Wasser-



füllung um durchschnittlich 80 ccm höhere Werte. Auch mit Rübsamen (MOLLISON) und Senfkörnern (BREITINGER) wurde zur Bestimmung der Schädelkapazität gearbeitet, wobei die wirkliche Kapazität genauer erreicht wird. BREITINGER (1953) hat dazu zuletzt auch eine in allen Einzelheiten standardisierte Methode angegeben.

Die Kapazität frisch sezierter Köpfe ist um  $6\frac{1}{2}$ —7 Prozent kleiner als diejenige getrockneter Schädel (PFISTER, 1903).

Einteilungen, die die Geschlechtsunterschiede nicht berücksichtigen, sind aber nicht empfehlenswert.

Auch durch Wasserfüllung ist die Bestimmung der Schädelkapazität möglich, entweder direkt nach vorheriger Dichtung der Innenwand oder durch Einführung einer dünnen Gummiblase, die sich so weit ausdehnen muß, daß sie sich allen Wandungen des Schädelinnenraumes eng anschmiegt, ohne zu zerreißen. Es sind bei der Verwendung dieser Methode aber verschiedene Korrekturen nötig. Sie ist übrigens von verschiedenen Seiten (MATTHEWS, v. TÖRÖK, BOCHENEK) beanstandet worden.

Statt durch Füllung der Schädelhöhle kann die Kapazität auch durch Volumbestimmung des Schädelausgusses festgestellt werden (WAGNER 1862, JAQUART 1863, HOUZÉ 1908, FRORIEP 1910).

Der durch einen Schellacküberzug wasserdicht gemachte Gipsabguß wird in ein dafür geeignetes zylindrisches und mit Wasser gefülltes Überlaufgefäß aus Zinkblech eingetaucht und das Volumen des verdrängten Wassers mit Hilfe des Meßzylinders gemessen. Es ist dies eine zuverlässige, aber etwas langwierige Methode, da sie die Durchsägung des Schädels und die Herstellung eines Ausgusses verlangt.

Auch durch Wägung der Füllmasse (BARTELS, 1896) wird die Kapazität berechnet. Man stellt zunächst den persönlichen Koeffizienten fest. Ein Kontrollschädel, dessen Eigengewicht bekannt ist, wird nach der angegebenen Methode mit Hirse gefüllt, hierauf gewogen und durch Abzug das Gewicht der Füllmasse bestimmt. Die Manipulation ist so lang zu wiederholen, bis konstante Resultate vorliegen. Da die Kapazität des Kontrollschädels durch Wasserfüllung bekannt ist, so ist das Volumen  $x$  eines Schädels durch folgende Gleichung zu bestimmen:  $x : p = \text{Cap.} : \text{Hirsegewicht}$ , wobei  $p = \text{Gewicht der Füllmasse}$  ist. Also:

$$x = \frac{\text{Kubikzentimeter-Inhalt des Kontrollschädels}}{\text{Gramminhalt des Kontrollschädels}} \times p.$$

Daraus ergibt sich der Koeffizient. Will man also die Kapazität eines Schädels bestimmen, so multipliziert man die Zahl, welche das Gewicht der eingefüllten Hirse angibt, mit dem Koeffizient und erhält die Zahl der Kubikzentimeter Wasser, die der Schädel faßt. Die Methode wurde von BOCHENEK geprüft und sehr genau gefunden.

Wo eine direkte Volumetrie der Schädelhöhle nicht möglich ist, hat man versucht, die Schädelkapazität aus verschiedenen äußeren Maßen zu berechnen (Index cubicus). Da auf die individuell sehr wechselnde Dicke der Schädelknochen dabei keine Rücksicht genommen wird, ergeben sich naturgemäß nur annähernd genaue Resultate.

a) Methode WELCKER I. Berechnung aus Länge (Nr. 1 c), Breite (Nr. 8) und Höhe (Nr. 17 a).

Durch Addition dieser drei Maße erhält man einen Modulus. Die auf S. 472 abgedruckte Tabelle gibt für jeden Modulus die entsprechende Kapazität. Dabei ist auf die Schädelform, soweit sie durch den Längen-Breiten-Index zum Ausdruck kommt, Rücksicht genommen, da sie einen bestimmten Einfluß auf das Volumen ausübt. Die Genauigkeit dieser Methode ist derart, daß ein aus 10 Schädeln berechnetes Mittel von dem durch Kubierung gewonnenen Werte nur um 10 ccm abweicht.

b) Methode WELCKER II. Berechnung der Kapazität aus dem Horizontalumfang (über die Tubera frontalia gemessen, Nr. 23 c). Für jeden einzelnen Horizontalumfang hat WELCKER die zugehörige Kapazität unter Berücksichtigung des Längen-Breiten-Index berechnet und in einer Tabelle zusammengestellt. Da diese Methode aber die Höhenentwicklung des Schädels ganz außer acht läßt, kann sie nicht zu Einzelbestimmungen, sondern höchstens zur Feststellung von Mittelwerten verwendet werden.

c) Methode MANOUVRIER (modifizierter Indice cubique DE BROCA). Berechnung aus größter Schädellänge (Nr. 1), größter Breite (Nr. 8) und Basion-Bregma-Höhe (Nr. 17):

$$I = \frac{\text{Schädellänge} \times \text{Schädelbreite} \times \text{Basion-Bregma-Höhe}}{2}$$

Tabelle zur Berechnung der Schädelkapazität (nach WELCKER).

L. + B. + H.	Kubikzentimeter Schädelinnenraum			L. + B. + H.	Kubikzentimeter Schädelinnenraum		
	I	II	III		I	II	III
	L.-B.-I.: 65—77,5	L.-B.-I.: 77,6—83,5	L.-B.-I.: 83,6—93		L.-B.-I.: 65—77,5	L.-B.-I.: 77,6—83,5	L.-B.-I.: 83,6—93
400	—	1004	—	446	1313	1352	1382
401	—	1009	—	447	1322	1361	1391
402	—	1014	—	448	1331	1370	1400
403	—	1019	—	449	1340	1379	1409
404	—	1024	—	450	1350	1388	1418
405	—	1030	—	451	1359	1396	1427
406	—	1036	—	452	1369	1405	1436
407	—	1043	—	453	1378	1414	1444
408	—	1050	—	454	1387	1423	1453
409	—	1057	—	455	1397	1432	1462
410	—	1064	—	456	1406	1440	1471
411	—	1071	—	457	1416	1449	1480
412	—	1078	—	458	1425	1458	1489
413	—	1084	—	459	1434	1467	1498
414	—	1091	—	460	1444	1476	1507
415	—	1099	—	461	1453	1485	1516
416	—	1106	—	462	1464	1494	1525
417	—	1113	—	463	1472	1503	1534
418	—	1120	—	464	1481	1512	1543
419	—	1127	—	465	1491	1522	1553
420	1091	1134	1160	466	1500	1531	1562
421	1099	1142	1168	467	1509	1541	1572
422	1107	1150	1176	468	1518	1550	1581
423	1115	1158	1184	469	1528	1560	1590
424	1123	1166	1192	470	1538	1570	1600
425	1131	1174	1201	471	1547	1580	1609
426	1139	1182	1209	472	1557	1590	1619
427	1147	1191	1218	473	1566	1600	1629
428	1155	1199	1226	474	1576	1610	1638
429	1163	1207	1234	475	1586	1620	1647
430	1171	1216	1243	476	1595	1630	1657
431	1179	1224	1251	477	1605	1640	1666
432	1188	1232	1260	478	1615	1650	1676
433	1196	1240	1268	479	1625	1660	1686
434	1205	1248	1277	480	1635	1670	1696
435	1214	1257	1286	481	—	1680	—
436	1222	1265	1295	482	—	1690	—
437	1231	1274	1303	483	—	1700	—
438	1240	1282	1312	484	—	1710	—
439	1249	1291	1321	485	—	1720	—
440	1258	1300	1330	486	—	1731	—
441	1267	1308	1338	487	—	1742	—
442	1276	1317	1347	488	—	1753	—
443	1285	1326	1356	489	—	1764	—
444	1294	1335	1365	490	—	1775	—
445	1304	1344	1374				

Das Produkt muß dann noch durch 1,14 bei männlichen und 1,08 bei weiblichen Schädeln dividiert werden. Der Fehler kann für den einzelnen Schädel 100 ccm überschreiten, das Resultat wird aber schon bei kleineren Gruppen im Mittel bis auf 25 ccm genau. Natürlich variiert der Index auch etwas nach der Dicke der Schädelwandung und nach der Form des Schädels, besonders des Stirnbeines; MANOUVRIER hat für verschiedene Schädelserien folgende mittlere Koeffizienten aufgestellt:

	♂	♀		♂	♀
Bretonen	1,13	1,08	Chinesen	1,15	1,13
Savoyarden	1,11	1,08	Araber	1,17	1,14
Basken	1,13	1,09	Neger	1,18	1,12
Holländer	1,13	1,09	Polynesier, Australier usw.	1,20	1,18

d) Methode LEE-PEARSON. Berechnung aus größter Länge (Nr. 1), größter Breite (Nr. 8) und Ohrhöhe (Nr. 20). Die Verwendung der letzteren Höhe gibt bessere Resultate als diejenige der ganzen Höhe. Ferner ist auf das Geschlecht Rücksicht zu nehmen und für eine Gruppe die Formel der ihr hinsichtlich der allgemeinen Schädelform am nächsten stehenden Rasse zu wählen. Ist eine solche Beziehung nicht festzustellen, so bedient man sich der mittleren Formel.

Die Formeln lauten:

Deutsche (Bayern)	♂	$C = 0,000332 \times L \times B \times OH + 415,34$
Deutsche (Bayern)	♀	$C = 0,000383 \times L \times B \times OH + 242,19$
Aino	♂	$C = 0,000328 \times L \times B \times OH + 430,30$
Aino	♀	$C = 0,000400 \times L \times B \times OH + 187,80$
Ägypter (Naqada)	♂	$C = 0,000352 \times L \times B \times OH + 372,39$
Ägypter (Naqada)	♀	$C = 0,000416 \times L \times B \times OH + 189,81$
Mittel	♂	$C = 0,000337 \times L \times B \times OH + 406,01$
Mittel	♀	$C = 0,000400 \times L \times B \times OH + 206,60$

Dies sind die Mittel zur Bestimmung der Kapazität der einzelnen Schädel.

Als Mittelformeln aus 8 Rassenmitteln gibt LEE noch die folgenden:

$$\begin{aligned} \text{Für } \sigma^8 C &= 0,000370 \times L \times B \times OH + 321,16, \\ \text{für } \varphi C &= 0,000375 \times L \times B \times OH + 296,40. \end{aligned}$$

Diese Formel gibt die genauesten Werte bei Schädeln mittlerer Wanddicke. Bei dünnwandigen Schädeln empfiehlt es sich, 50 cm zur gefundenen Zahl hinzuaddieren, bei dickwandigen 50 cm zu subtrahieren (WACKER).

Nach PEARSON ist die beste interrassiale Formel:

$$\begin{aligned} \text{Für Männer: } C &= 524,6 + 0,000266 L \times H, \\ \text{für Frauen: } C &= 812,0 + 0,000156 L \times H \end{aligned}$$

(wenn an Stelle der Ohrhöhe nur die Basion-Bregma-Höhe bekannt ist), und die beste interrassiale Formel, wenn die Ohrhöhe bekannt ist:

$$\begin{aligned} \text{Für Männer: } C &= 359,34 + 0,000365 L \times B \times OH, \\ \text{für Frauen: } C &= 296,40 + 0,000375 L \times B \times OH, \end{aligned}$$

wobei diese Formeln nur annähernde Richtigkeit haben können. PEARSON ist der Meinung, daß im Grunde jede Rasse ihre eigene Formel haben müßte, weil diese nicht von der rassialen Schädelform, sondern von der rassialen Schädelwanddicke abhängt. Das beste Resultat für ein Individuum wird nach PEARSON dann erreicht, wenn man die intrarassiale Formel der nächstliegenden Rasse benützt. Intrarassiale Formeln für Ägypter, Engländer, Bayern, Neger, Ainu usw. sind bereits ausgearbeitet (s. obenstehende Formeln), in der Regel sowohl für den Horizontalumfang (U) den Sagittalumfang (S) und den Transversalumfang (Q), als auch für die größte Länge des Schädels (L), größte Breite (B) und die Ohrhöhe (OH). Nach LEWENZ und PEARSON ist die beste logarithmische und intrarassiale Formel für Männer:

$$C = 704,04 + 203,05 \log_{10} (P - 55682),$$

wobei  $P = Q \times S \times U$  ist.

e) Methode BEDDOE. Berechnung aus Horizontalumfang, Sagittal- und Transversalbogen. Man multipliziere  $\frac{1}{2}$  des Horizontalumfanges (Nr. 23 a),  $\frac{1}{2}$  des Nasion-Inion-Bogens (Nr. 25 a) und  $\frac{1}{2}$  des Transversalbogens (von der Mitte des äußeren Gehörganges aus möglichst über das Bregma), und subtrahiere vom Produkt 0,3 Prozent für jede Einheit des Längen-Breiten-Index unter 82. Die Resultate sind in der Regel etwas höher, als die durch Hirsemessung gewonnenen. BEDDOES Methode gibt keine besseren Resultate als die Berechnung nach LEE oder FROBIEP aus den Durchmessern.

f) Methode FROBIEP. Berechnung der Kapazität aus den drei Hauptdurchmessern des Schädels unter Abzug der Schädelstärke. Der von dem Längsdurchmesser abzuziehende Wert (1) wird gefunden durch Addition der Schädelstärke am Frontal- und Occipitalpol des Großhirnraumes. Für die größte Breite beträgt der Wert (b) die doppelte Schädel-



dicke im Niveau dieses Maßes; für die ganze Höhe ist die Schädeldicke (h) am Scheitel (neben dem Sulcus sagittalis unter Vermeidung der Pacchionischen Gruben) maßgebend. Die Formel lautet:

$$I = \frac{L-1}{2} \times \frac{B-b}{2} \times \frac{H-h}{2} \times 4 = \frac{(L-1) \times (B-b) \times (H-h)}{2}$$

38 (1). **Volum des ganzen Hirnschädels.** Das Volum des ganzen Hirnschädels (also nicht des Innenraumes allein) kann annähernd aus der empirischen Formel:

$$V = \left( \frac{L + B + H}{3} \times \frac{11996}{15239} \right)^3 \times 1,089$$

berechnet werden. Den einzelnen nach dieser Formel berechneten Moduli entsprechen bestimmte Raumgrößen. Das Volum des ganzen Hirnschädels erlaubt aber keinen Schluß auf die Schädelkapazität, da das Größenverhältnis der Schädelkapsel zur Stärke ihrer knöchernen Wandung kein konstantes ist.

38 (2). **Volum des Gesichtsschädels.** Dafür hat E. SCHMIDT die folgende empirische Formel angegeben:

$$V = \left( \frac{L + B + H}{3} \times \frac{2337}{1715} \right)^3$$

39. **Schädelgewicht mit Unterkiefer** (Gewicht des Cranium), ferner ohne Unterkiefer (Nr. 39a, Gewicht des Calvarium). Waage.

Für jeden fehlenden Zahn ist im Mittel 1,25 g zuzuzählen. Die mittleren Zahn-gewichte sind: Incisivus = 0,5 g, Caninus und Prämolare = je 1 g, Molar = 1,5 g. Noch einfacher ist es, sich einen Satz von Zähnen mittlerer Größe bereit zu halten und für jeden fehlenden Zahn den entsprechenden dem Schädel bei der Wägung beizufügen. Defekte oder verwitterte Schädel sind von der Wägung auszuschließen.

39 (1). **Unterkiefergewicht.** Technik wie Nr. 39.

### β) Gesichtsschädel

#### a) Längenmaße (Nr. 40—42)

Für die Mehrzahl der folgenden Messungen wird der Schädel so auf die Unterlage gelegt, daß die Norma frontalis dem Messenden zugewendet ist.

40. **Gesichtslänge** (Gesichtstiefe, Profilänge des Gesichtes, Basis-Alveolarlänge): Geradlinige Entfernung des Basion (ba) vom Prosthion (pr). Tasterzirkel.

Der Gleitzirkel kann nur an solchen Schädeln verwendet werden, bei welchen die Schneidezähne postmortal ausgefallen sind. Bei Verlust der Schneidezähne intra vitam, d. h. nach erfolgter Resorption der Alveolarpartie wird man besser auf die Abnahme des Maßes verzichten.

40 (1). **Wahre Gesichtslänge:** Geradlinige Entfernung des Prosthion (pr) vom Sphenobasion (sphba). Tasterzirkel.

40 (2). **Obere Gesichtshälfte:** Geradlinige Entfernung des Nasion (n) vom Sphenobasion (sphba). Tasterzirkel.

41. **Seitliche Gesichtslänge** (Hintere Gesichtslänge- oder Tiefe): Geradlinige Entfernung des Ektokochion (ek) vom Porion (po). Gleitzirkel.

Statt des Porion ist auch der Vorderrand (Broca) oder die Mitte (SCHMIDT) des Foramen acusticus ext. gewählt worden. Das Maß ist an der linken Seite des Schädels zu nehmen, da zwischen rechts und links stets Differenzen bestehen.

41 a. **Ohrjochbeinlänge** (Distance auriculo-jugale): Geradlinige Entfernung des Vorderrandes des äußeren Gehörganges vom Jugale (ju). Gleitzirkel.

42. **Untere Gesichtslänge** (Kinnbasionlänge): Geradlinige Entfernung des Basion (ba) vom Gnathion (gn). Taster- oder Gleitzirkel.

Es ist vorteilhaft, den Unterkiefer bei richtiger Zahnartikulation mittels kleiner Wachsscheiben in der Fossa mandibularis zu befestigen (vgl. unter Maß Nr. 47).

## b) Breitenmaße (Nr. 43—46) (Abb. 241)

43. Obergesichtsbreite (Äußere orbitale Gesichtsbreite): Geradlinige Entfernung der beiden Frontomalaria temporalia (fmt) voneinander. Gleitzirkel.

43 (1). Innere orbitale Gesichtsbreite (Innere Biorbitalbreite, frontaler Querdurchmesser): Geradlinige Entfernung der beiden Frontomalaria orbitalia (fmo) voneinander. Gleitzirkel. Das Maß ist meist überflüssig, da es der Biorbitalbreite fast gleichkommt.

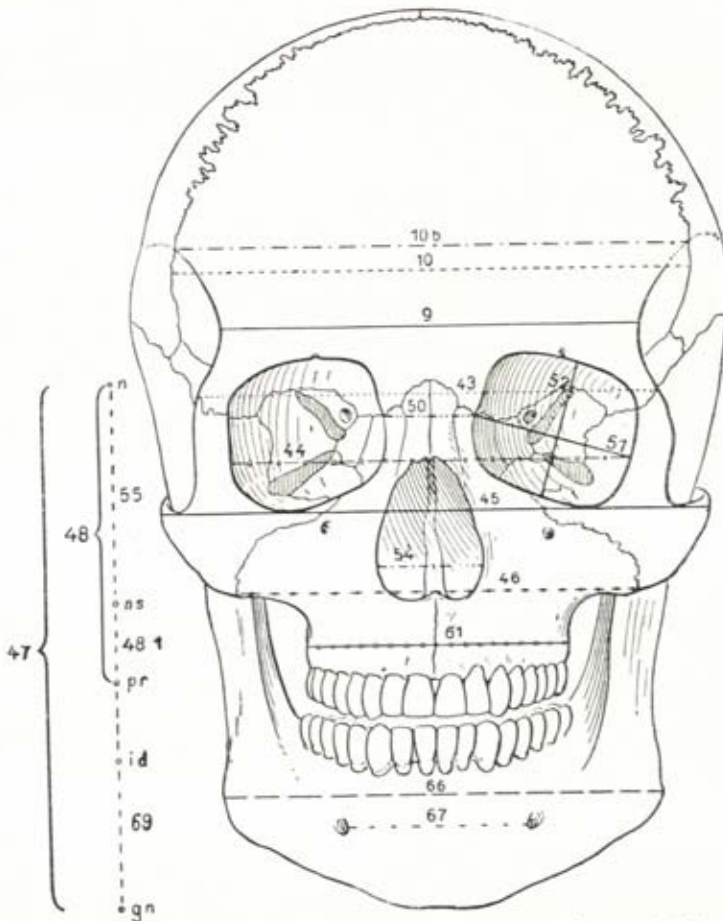


Abb. 241. Schädel in der Norma frontalis mit eingezeichneten Maßen.

44. Biorbitalbreite (Bimalarbreite, Breite zwischen den äußeren Orbitalrändern): Geradlinige Entfernung der beiden Ektokonchia (ek) voneinander. Gleitzirkel.

44a. Von dem am meisten nach hinten gelegenen Punkt des äußeren Orbitalrandes (Umschlagskante), gewöhnlich 2—4 mm unterhalb der Sutura zygomaticofrontalis der einen Seite zum entsprechenden Punkt der anderen Seite. Gleitzirkel. Die Meßpunkte liegen bei stark nach außen geneigten Orbitae wesentlich höher als die Ektokonchia. Das Maß entspricht ziemlich genau der Breite zwischen den äußeren Augenhöhlenrändern beim Lebenden (vgl. Somatometrische Technik Nr. 10 (1), S. 365).

44 (1). Nasomalarbreite (Nasomalarkurve): Von dem in Nr. 44a angegebenen Punkte des lateralen Augenhöhlenrandes der einen Seite mit dem Bandmaß quer

über die tiefste Einsattelung der Nasenbeine, gewöhnlich einige Millimeter unterhalb des Nasion (n) zum entsprechenden Punkt der anderen Seite. Es soll die geringste meßbare Distanz genommen werden. Maß 44 a und 44 (1) dienen zur Berechnung des Nasomalar-Index.

**45. Jochbogenbreite:** Geradlinige Entfernung der beiden Zygia (zy), d. h. der am meisten seitlich vorstehenden Punkte der Jochbogen voneinander. Gleitzirkel.

Es soll der größte Abstand der beiden Jochbogen voneinander gemessen werden. Man legt den Schädel am besten mit der Norma verticalis auf die Unterlage auf und führt den Gleitzirkel von oben (in Wahrheit von unten her) an die Jochbogen an.

**45 (1). Hintere Jochbeinbreite** (diamètre bijugale): Geradlinige Entfernung der beiden Jugalia (ju) voneinander. Gleitzirkel. Ist der Winkel gleichmäßig abgerundet, so wählt man die tiefste Stelle der Kurve.

**45 (2). Vordere Jochbeinbreite** (largeur bimalaire): Geradlinige Entfernung der beiden höchsten Erhebungen der Tubera malaria auf der Facies malaris des Wangenbeins voneinander. Gleitzirkel. Da die Ausbildung der Tubera malaria im Zusammenhang mit der Entwicklung der Gesichtsmuskulatur eine variable ist, ist das Maß sehr unsicher.

**45 (3). Kleinste Jochbogenbreite** (Innere Obergesichtsbreite, largeur bimaxillaire minima): Von dem Punkt, an welchem die Sutura zygomaticomaxillaris den Unterrand der Orbita schneidet auf der einen Seite zum entsprechenden Punkt der anderen Seite. Gleitzirkel.

**46. Mittelgesichtsbreite** (Gesichtsbreite nach VIRCHOW der Frankfurter Verständigung, Oberkieferbreite, Bimalarbreite, largeur bimaxillaire maxima): Geradlinige Entfernung der beiden Zygomaxillaria voneinander. Gleitzirkel.

**46 a. Gesichtsbreite nach v. HOELDER der Frankfurter Verständigung:** Geradlinige Entfernung der Spitzen der beiden unteren Wangenbeinhöcker oder -winkel am Unterrand der Wangenbeine voneinander. Gleitzirkel. Die Meßpunkte decken sich nur selten mit den Zygomaxillaria, denn die Sutura zygomaticomaxillaris verläuft am häufigsten medialwärts von den im übrigen sehr verschieden ausgeprägten unteren Wangenbeinhöckern und nur selten über dieselben oder seitlich von ihnen.

Die Breitenmaße des Unterkiefers siehe S. 482.

#### c) Höhenmaße (Nr. 47 und 48)

**47. Gesichtshöhe** (Morphologische Gesichtshöhe, nasomental length): Geradlinige Entfernung des Nasion (n) vom Gnathion (gn). Gleitzirkel.

Der Zwischenknorpel des Kiefergelenkes wird durch eine ca. 2–3 mm dicke Wachscheibe ersetzt, wobei die Zahnreihen fest aufeinander gepreßt werden sollen.

**47 a. Hauteur totale de la face:** Geradlinige Entfernung des Ophryon (on) vom Gnathion (gn). Gleitzirkel. Die französische Schule betrachtet die Ligne sus-orbitaire, welche der kleinsten Stirnbreite entspricht, als Trennungslinie zwischen Gehirn- und Gesichtsschädel und mißt daher die Gesichtshöhe vom Ophryon aus.

**47 b. Geradlinige Entfernung des Supraorbitale (so) vom Gnathion (gn).** Gleitzirkel.

**48. Obergesichtshöhe** (Mittelgesichtshöhe, Oberkieferhöhe, naso-alveolar height or length): Geradlinige Entfernung des Nasion (n) vom Prosthion (pr). (Vgl. auch unter Prosthion S. 448.) Gleitzirkel.

**48 a. Ophryon-Alveolenhöhe** (Ligne ophryo-alvéolaire): Geradlinige Entfernung des Ophryon (on) vom Prosthion (pr). Gleitzirkel.

**48 b. Geradlinige Entfernung des Supraorbitale (so) vom Prosthion (pr).** Gleitzirkel.

**48 c. Geradlinige Entfernung des Nasion (n) vom unteren Rand der oberen mittleren Schneidezähne.** Gleitzirkel. Das Maß soll der physiognomischen Obergesichtshöhe des Lebenden (kephalometrische Technik Nr. 19) gleichkommen.



48 (1). **Höhe der Alveolarpartie** (Höhe des Zwischenkiefers, hauteur spino-alveolaire): Geradlinige Entfernung des Nasospinale (ns) vom Prosthion (pr). Gleitzirkel. Es ist falsch, von der Spitze des Nasenstachels aus zu messen.

48 (1a). **Höhe des Alveolarfeldes**: Vertikalabstand einer durch die tiefsten Punkte der beiden Seiten der Apertura piriformis gezogenen Horizontalen von einer Parallellinie durch das Prosthion. An der Zeichnung der Vorderansicht des in die Ohraugen-Ebene orientierten Schädels zu bestimmen.

48 (2). **Untergesichtshöhe**: Geradlinige Entfernung des Prosthion (pr) vom Gnathion (gn). Gleitzirkel.

48 (3). **Kleinste Oberkieferhöhe** (hauteur orbito-alvéolaire minimum): Geradlinige Entfernung des Unterrandes der Orbita von dem Alveolarrand zwischen Molar I und II. In einer Vertikalen gemessen. Gleitzirkel.

48 (3a). **Höhe des Jochfeldes**: Vertikalabstand einer durch die tiefsten Punkte der unteren Augenränder gezogenen Horizontalen von den beidseitigen tiefsten Rändern der Sutura zwischen dem Processus zygomaticus des Maxillare und dem Jochbein. An der Zeichnung der Vorderansicht des in die Ohraugen-Ebene orientierten Schädels zu bestimmen.

48 (4). **Wangenbeinhöhe** (hauteur de la pommette): Geradlinige Entfernung des Unterrandes des Wangenbeines vom Unterrand der Orbita in einer Vertikalen gemessen. Gleitzirkel.

48 (5). **Projektivische Vertikaldistanz des Nasion vom Unterrand der linken Orbita**: Der Schädel wird auf einer horizontalen Platte im Kraniophor in die Ohraugen-Ebene eingestellt. Hierauf führt man die Spitze eines Parallelgraphenstabes auf einen danebengestellten Vertikalstab mit Millimeteerteilung. Auch mit dem Stativgoniometer zu messen.

Die Höhenmaße des Unterkiefers siehe S. 481.

#### d) Maße der Orbita und der Interorbitalregion (Nr. 49—53)

Für speziellere Untersuchungen ist eine Messung beider Orbitae notwendig, da in fast sämtlichen Maßen eine durchgehende Asymmetrie besteht, die bei der Kleinheit der Dimensionen in den Indices stark zum Ausdruck kommt.

49. **Hintere Interorbitalbreite** (Breite der Nasenwurzel): Geradlinige Entfernung der beiden Lacrimalia (la) voneinander. Gleitzirkel.

Bestes Maß zur Bestimmung der Breite der Nasenwurzel.

49 a. **Zwischenaugenbreite** (Largeur biorbitaire): Geradlinige Entfernung der beiden Dakrya (d) voneinander. Gleitzirkel.

49 (1). **Obere Siebbeinbreite**: Größter Abstand der beiden Suturae frontoethmoidales voneinander. Gleitzirkel.

49 (2). **Untere Siebbeinbreite**: Größter Abstand der beiden Suturae maxilloethmoidales (in der Mitte der Naht gemessen) voneinander. Kleiner Tasterzirkel.

49 (3). **Hintere Orbitalachsen-Distanz** (Distanz der Foramina optica): Kleinster Abstand der beiden Innenränder der Foramina optica voneinander. Gleit- oder Reißzeugzirkel.

49 (4). **Vordere Orbitalachsen-Distanz** (Distanz der beiden Orbital-eingangsmitten): Geradlinige Entfernung der Mitten der beiden Orbitalhöhen voneinander. Gleitzirkel (vgl. unter Nr. 53 a).

50. **Vordere Interorbitalbreite**: Geradlinige Entfernung der beiden Maxillofrontalia (mf) voneinander. Gleitzirkel.

Richtigstes Maß zur Bestimmung der Interorbitalbreite.

Sämtliche Orbitalmaße müssen mit großer Sorgfalt und unter genauester Berücksichtigung der Meßpunkte genommen werden, da bei der Kleinheit der absoluten Dimensionen Differenzen von 1—2 mm in den Indices schon einen großen Ausschlag geben. Man nehme daher die folgenden Maße auf halbe Millimeter genau bzw. mit dem Nonius.

51. **Orbitalbreite**: Vom Maxillofrontale (mf) schräg nach außen bis zum Ektokonchion (ek). Gleit- oder Reißzeugzirkel.

Das Ektokonchion ist vor Abnahme dieses Maßes zu bezeichnen. Der Durchmesser soll die Fläche des Augenhöhleneinganges in zwei möglichst gleichgroße Teile zerlegen. Man messe bei allgemeinen kranziologischen Untersuchungen aus praktischen Gründen die linke Augenhöhle, und nur wenn diese zerstört ist, die rechte, was dann auf dem Meßblatt vermerkt werden muß.

Die horizontale Breite des Augenhöhleneinganges parallel zur Ohraugen-Ebene ist nicht empfehlenswert, da die transversale Achse des Orbitaleinganges sehr verschieden gerichtet sein kann.

51 a. Vom Dakryon (d) schräg nach außen bis zum Ektokonchion (ek). Gleitzirkel.

51 b. Vom Lacrimale (la) schräg nach außen bis zum Ektokonchion (ek). Gleitzirkel. Ist der mediale Meßpunkt undeutlich oder weggebrochen, so führe man die Messungen an der anderen Orbita aus.

Verschiedene Autoren wählen das Lacrimale, von der Anschauung ausgehend, daß der Canalis nasolacimalis nicht mehr zur Orbita zu rechnen ist.

Lacrimale und Dakryon sind in hohem Maße von der Lage des Tränenbeins bzw. der Tränengrube in der Orbita abhängig und daher nicht so gut zur Abnahme der Orbitalbreite geeignet wie das Maxillofrontale.

52. Orbitalhöhe: Geradlinige Entfernung des oberen vom unteren Augenhöhlenrand. Das Maß ist senkrecht auf die Orbitalbreite, diese bzw. die Fläche des Orbitaleinganges halbierend, zu nehmen. Die Meßpunkte liegen an den Umschlagskanten der Orbitalränder. Sogenanntes Maß im Lichten. Gleitzirkel.

BROCA schreibt vor, den unteren Meßpunkt auf dem Unterrand der Orbita direkt oberhalb des Foramen bzw. des Canalis infraorbitalis zu wählen; SCHMIDT empfiehlt einen Punkt etwas auswärts von der Sutura zygomaticomaxillaris. Die letztere ist in ihrem Verlauf aber wenig konstant, so daß sie nicht als Ausgangspunkt der Messungen genommen werden sollte.

Die Vertikalhöhe des Augenhöhleneinganges in bezug auf die Ohraugen-Ebene ist aus den unter Nr. 51 angegebenen Gründen zu verwerfen.

52 (1). Höhe des Orbitalfeldes: Vertikalabstand einer durch das Nasion gezogenen Horizontalinie von einer Linie, die durch die tiefsten Punkte der beiden Augenhöhlen bestimmt wird. An der Zeichnung der Vorderansicht des in die Ohraugen-Ebene orientierten Schädels zu bestimmen.

53. Lineare Länge der unteren Orbitalwand (Orbitaltiefe): Geradlinige Entfernung des lateralen Randes des Foramen opticum von der Mitte des unteren Orbitalrandes bzw. von dem unteren Meßpunkt der Orbitalhöhe. Orbitometer oder Meßstäbchen von 2—3 mm Durchmesser mit Millimeter-einteilung.

Um das Maß richtig zu nehmen, stemme man mit der rechten Hand das untere, etwas abgeplattete Ende des Orbitometers gegen die tiefste Stelle der von der Wurzel der Ala parva des Keilbeins gebildeten Knochenbrücke, die das Foramen opticum nach außen und unten gegen die Fissura orbitalis superior begrenzt, und führe mit dem Daumen der gleichen Hand die Spitze des kleinen Schiebers auf denjenigen Punkt des unteren Orbitalrandes, von dem aus die Orbitalhöhe gemessen wurde. Hierauf liest man am Oberrand des Schiebers die gesuchte Entfernung ab.

In gleicher Weise lassen sich auch die linearen Längen der lateralen (bis zum Ektokonchion), der medialen (bis zum Maxillofrontale) und der oberen (bis zum oberen Meßpunkt der Höhe) Orbitalwand messen.

53 a. Geradlinige Entfernung des Hinterrandes des Foramen opticum von der Mitte des Orbitaleinganges, die der Mitte des Höhendurchmessers entspricht. Man spanne in der Richtung der Höhe einen Faden aus und messe, wie oben, die verlangte Distanz mit dem Orbitometer. Auch BROCAS Orbitostat ist zur Feststellung der orbitalen Eingangsmitte verwendbar.

53 (1). Größte Höhe der Lamina papyracea: Größter Abstand der Sutura frontoethmoidalis von der Sutura ethmoideomaxillaris. Reißzeugzirkel.

53 (2). Flächeninhalt des Orbitaleinganges: Orbitalbreite (Nr. 51) mal Orbitalhöhe (Nr. 52). Bei dieser Berechnung wird der Orbitaleingang als Rechteck betrachtet. Die Berechnung aus Vertikalhöhe und Horizontalbreite gibt schlechtere Resultate. Die genaueste Methode wäre ein Planimetrieren der Orbitafläche an der Zeichnung.



53 (3). **Kapazität der Orbita:** Zur Bestimmung verfertigt man sich am besten aus Leim oder einer dicken Agar-Lösung einen Ausguß (siehe S. 181), dessen Volumen man durch Wasserverdrängung feststellt. Leichter ist die Kubierung der Orbita mittels Hirse, doch ist eine wiederholte Kontrolle notwendig. Vor der Messung müssen sämtliche Öffnungen sorgfältig mit Watte oder Plastilin verstopft oder mit einem angefeuchteten japanischen Papier bedeckt werden. MANTEGAZZA bezeichnet als sogenannten *Index cephalorbitalis* das Verhältnis der Kapazität der beiden Orbitae zur Schädelkapazität, also

$$= \frac{\text{Schädelkapazität}}{\text{Summe der beiden Orbitalkapazitäten}}$$

Dem allgemeinen Gebrauch der Indexbrechung sich anschließend, ist es besser, die Orbitalkapazität einfach in Prozenten der Schädelkapazität auszudrücken, also

$$= \frac{\text{Summe der beiden Orbitalkapazitäten} \times 100}{\text{Schädelkapazität}}$$

Es versteht sich von selbst, daß die Zahlen der beiden Indices sich gerade umgekehrt verhalten müssen. Beim letztgenannten Index sind mit steigenden Werten die Augenhöhlen im Verhältnis zur Schädelkapazität um so geräumiger, beim Cephalorbital-Index MANTEGAZZAS dagegen um so kleiner.

#### e) Maße der Nasenregion (Nr. 54—59)

##### 54. Nasenbreite: Größte Breite der Apertura piriformis. Gleitzirkel.

Man lege die Spitzen des Instrumentes sorgfältig an die scharfen Seitenränder der Apertura an, wo sie am meisten seitwärts ausgebogen sind. Das Maß muß horizontal, d. h. senkrecht zur Mediansagittal-Ebene, und möglichst auf  $\frac{1}{2}$  mm genau genommen werden.

##### 55. Nasenhöhe: Geradlinige Entfernung des Nasion (n) vom Nasospinale (ns). Gleitzirkel.

55 a. Ganze Nasenhöhe: Geradlinige Entfernung des Nasion (n) von der Spitze des vorderen Nasenstachels (Akanthion). Gleitzirkel.

55 (1). Höhe der Apertura piriformis: Geradlinige Entfernung des Rhinion (rhi) vom Nasospinale (ns). Gleitzirkel. Nur bei intakten Nasenbeinen zu messen.

55 (2). Höhe des Nasenfeldes: Vertikalabstand einer durch die tiefsten Punkte der beiden Orbitae bestimmten Geraden von einer den Unterrand der Apertura piriformis tangierenden Horizontalen. An der Zeichnung der Vorderansicht des in die Ohraugen-Ebene orientierten Schädels zu bestimmen.

##### 56. Länge der Nasenbeine: Geradlinige Entfernung des Nasion (n) vom Rhinion (rhi). Gleitzirkel.

56 (1). Bogenlänge der Nasenbeine: Abstand des Nasion (n) vom Rhinion (rhi) mit dem Bandmaß der Mediansagittal-Kurve folgend zu messen. Besonders bei Affenschädeln wichtig.

56 (2). Seitenrandlänge des Nasenbeines: Geradlinige Entfernung des oberen vom unteren Endpunkt der Sutura nasomaxillaris. Gleitzirkel.

##### 57. Kleinste Breite der Nasenbeine: Kleinste geradlinige Entfernung der beiden Suturae nasomaxillares voneinander, wo sie am meisten konvex gegeneinander eingebogen sind. Gleitzirkel.

Bei fast parallel verlaufenden Nähten pflegt das Maß in die Nähte der Sutura nasofrontalis zu fallen; bei sanduhrförmig eingezogenen Nasalia liegt es viel tiefer.

57 (1). Größte Breite der Nasenbeine: Größter Abstand der beiden Außenränder der Ossa nasalia voneinander, wo er sich befindet, in der Horizontalen gemessen. Gleitzirkel.

57 (2). Obere Breite der Nasenbeine: Geradlinige Entfernung der beiden Punkte, an denen die Suturae nasofrontalis und nasomaxillaris zusammentreffen. Gleitzirkel.

57 (3). Untere Breite der Nasenbeine (Obere Breite der Apertura piriformis): Geradlinige Entfernung der unteren Enden der beiden Suturae nasomaxillares, da, wo sie die Apertura piriformis erreichen. Gleitzirkel. Meist identisch mit der größten Breite der Nasenbeine.



58. **Länge des Nasenfortsatzes des Stirnbeins:** Geradlinige Entfernung des Nasion (n) vom Supraorbitale (so). Gleitzirkel.

59. **Choanenhöhe:** Geradlinige Entfernung des Hinterrandes der Horizontalplatte des Gaumenbeines von der kleinsten lateralen Rinne, die sich zwischen der Ala vomeris und der eingebogenen Basis der Apophysis pterygoidei befindet. In der Vertikalen zu messen. Reißzeugzirkel.

59 (1). **Choanenbreite:** Größte Breite beider Choanen, wo sie sich findet. Reißzeugzirkel.

#### f) Oberkiefer- und Gaumenmaße (Nr. 60—64)

60. **Maxilloalveolarlänge** (Oberkieferlänge, Palatomaxillarlänge): Geradlinige Entfernung des Prosthion (pr) von demjenigen Punkt (Alveolon (alv)), an welchem eine an die beiden Hinterränder der Alveolarfortsätze des Oberkiefers gelegte Tangente (Drahtnadel) von der Mediansagittal-Ebene geschnitten wird. Tasterzirkel. Nur an Schädeln mit ausgefallenen Incisiven auch mit dem Gleitzirkel zu messen.

61. **Maxilloalveolarbreite** (Maxillarbreite, Palatomaxillarbreite): Größte Breite der Alveolarfortsätze des Oberkiefers, an der Außenfläche dieser Fortsätze gemessen.

Die Meßpunkte liegen gewöhnlich nicht auf dem Alveolarrand, sondern auf der Knochenlamelle dem  $M_2$  gegenüber (Ektomalare-Ektomalare [ekm-ekm]); an Affenschädeln wird im Niveau des  $M_2$  gemessen. Gleitzirkel, der von vorn an den Oberkiefer angeschoben werden muß, so daß sich seine beiden Arme rechts und links am Alveolarfortsatz direkt oberhalb der Zahnreihe auf die Juga anlegen. Das Maß kann ein wenig durch die Ausbildung der letzteren beeinflusst werden.

61 (1). **Hintere Maxilloalveolarbreite:** Größter querer Abstand der Hinterränder der Alveolarfortsätze voneinander. Da die letzteren abgerundet zu sein pflegen, wähle man als Meßpunkt die Stelle, an welcher die Lamina lateralis des Processus pterygoideus sich an den Alveolarfortsatz anlegt. Gleitzirkel.

61 (2). **Vordere Maxilloalveolarbreite:** Geradlinige Entfernung zweier je zwischen Caninus und Prämolare I am Außenrand des Alveolarfortsatzes gelegenen Punkte voneinander. Gleitzirkel.

62. **Gaumenlänge:** Geradlinige Entfernung des Orale (ol) vom Staphylion (sta). Gleit- oder Reißzeugzirkel.

Als Begrenzung des Gaumens wird eine Linie betrachtet, die die Innenränder der Zahnflächen miteinander verbindet, d. h. zwischen die Alveolen hineinragenden Knochenpartien überspringt.

62 a. **Geradlinige Entfernung des Orale (ol) von der Spitze der Spina nasalis posterior.** Gleitzirkel. Statt des Orale ist gelegentlich auch das Prosthion (pr) gewählt worden. Bei der sehr verschiedenen Länge, der gelegentlichen Deviation und den häufigen postmortalen Defekten der Spina nasalis post. ist dieses Maß nicht empfehlenswert.

62 (1). **Vordere maxillare Gaumenlänge:** Geradlinige Entfernung des Orale (ol) von dem Punkt, an dem sich Sutura palatina mediana und Sutura palatina transversa schneiden. Gleitzirkel.

63. **Gaumenbreite** (Mittlere Breite des Gaumens): Endomolare — Endomolare (enm — enm). Geradlinige Entfernung der Mitten der Innenränder der Alveolen der zweiten Molaren (bei Affenschädeln der dritten) voneinander. Reißzeug- oder Gleitzirkel.

Sind durch Zahnausfall oder Obliteration die Alveolarränder stark verändert, so kann das Maß nicht genommen werden. In leichteren Fällen aber sind die Punkte meist rekonstruierbar, wenn die benachbarten Zähne noch vorhanden sind.

63 a. **Größte Breite, wo sie sich findet.** Gewöhnlich im Niveau der dritten Molaren, oft aber auch weiter nach vorn gelegen. Gleitzirkel. Dieses Maß hat also an verschiedenen Schädeln eine verschiedene Lage.

63 (1). **Gaumen-Endbreite:** Geradlinige Entfernung der beiden hinteren Endpunkte des Gaumens voneinander. Reißzeug- oder Gleitzirkel. Da die inneren Alveolarränder ohne scharfe Grenze nach hinten und außen umbiegen, empfiehlt es sich, das Maß im Niveau des dritten Molaren zu nehmen.

63 (2). **Vordere Gaumenbreite:** Geradlinige Entfernung eines Punktes auf dem inneren Alveolarrand zwischen Caninus und Prämolare 1 der einen Seite vom entsprechenden Punkt der anderen Seite. Gleitzirkel.

Es sind ferner auch Gaumenbreiten im Niveau der zweiten Incisiven und der ersten Molaren, die aber nur für Spezialuntersuchungen wichtig sind, gemessen worden.

64. **Gaumenhöhe:** Höhe hinter den ersten Molaren. Palatometer.

Ein in seinen Dimensionen passendes Horizontalstäbchen wird mit den zugespitzten Enden auf den Alveolarfortsatz hinter die ersten Molaren aufgelegt. Dann wird der Maßstab so lange verschoben, bis seine Spitze in der Mediansagittal-Ebene steht, wobei zu beachten ist, daß das Horizontalstäbchen genau waagrecht eingestellt bleibt. Die gesuchte Höhe kann dann am Vertikalstäbchen unmittelbar abgelesen werden. Oder mit dem Palatometer zu messen. Bei senilatrophen Alveolarrändern ist die Messung zu unterlassen.

64 a. **Vordere Gaumenhöhe:** Höhe hinter den ersten Prämolaren. Gleiche Technik wie Nr. 64.

#### g) Unterkiefermaße (Nr. 65—71)

Alle nur einseitig zu nehmenden Maße am Unterkiefer bestimme man aus praktischen Gründen an der linken Seite des Objektes, indem man den Kiefer mit der linken Hand festhält und mit dem Instrument in der rechten Hand die Messung ausführt.

65. **Kondylenbreite des Unterkiefers:** Geradlinige Entfernung der beiden Kondylia lateralia (kdl) voneinander. Gleitzirkel.

Man berühre mit den Armen des Gleitzirkels die am meisten seitlich ausgeladenen Stellen der Gelenkhöcker.

65 (1). **Koronoidbreite des Unterkiefers:** Geradlinige Entfernung der beiden Koronia (kr) voneinander. Gleitzirkel.

66. **Winkelbreite des Unterkiefers** (Untergesichtsbreite, bigonial width): Geradlinige Entfernung der beiden Gonien (go), d. h. der Unterkieferwinkel voneinander. Gleitzirkel.

67. **Vordere Unterkieferbreite** (Bimentalbreite, Ligne mentonnière): Geradlinige Entfernung der inneren Ränder der beiden Foramina mentalia voneinander. Gleitzirkel.

68. **Länge (Tiefe) des Unterkiefers:** Abstand des Vorderrandes des Kinnes vom Mittelpunkt einer Geraden, welche an den Hinterrand der beiden Unterkieferwinkel angelegt wird. Am besten mit HAMBRUCHS oder BLACKS verbessertem Mandibulometer (S. 293) zu messen.

68 (1). **Abstand des vorstehendsten Punktes der vorderen Kinnplatte von einer Vertikalebene**, welche die Hinterflächen der Kondylen berührt. Meßbreite mit Vertikalwinkel (siehe Osteometrie).

69. **Kinnhöhe** (Unterkieferhöhe, hauteur symphysienne): Geradlinige Entfernung des Infradentale (id) vom Gnathion (gn). Gleitzirkel.

69 (1). **Höhe des Corpus mandibulae:** Abstand des Alveolarrandes vom Unterrand des Unterkiefers im Niveau des Foramen mentale senkrecht zur Basis. Gleitzirkel.

69 (2). **Abstand des Alveolarrandes vom Unterrand im Niveau des zweiten Molaren senkrecht zur Basis.** Gleitzirkel.

69 (3). **Dicke bzw. Breite des Corpus mandibulae:** Größte Breite in der Gegend des Foramen mentale senkrecht zur Längsachse des Corpus. Gleitzirkel.



70. **Asthöhe** (Kondylenhöhe, condyloid height): Geradlinige Entfernung des Gonion (go) vom höchsten Punkt des Capitulum mandibulae. Gleitzirkel.

70 a. Abstand des höchsten Punktes des Capitulum mandibulae vom Unterrand des Knochens senkrecht zu letzterem. Mandibulometer.

70 (1). **Vordere Asthöhe** (Koronoidhöhe): Geradlinige Entfernung des Koronion (kr), d. h. der Spitze des Processus coronoideus vom Unterrand des Knochens senkrecht zu letzterem. Als Unterrand ist hier die Ebene verstanden, auf der der Unterkiefer aufruhrt. Mandibulometer oder Gleitzirkel.

Hat man ein Kraniogramm des Unterkiefers hergestellt, so kann man auch die Maße 70 a und 70 (1) senkrecht auf die Alveolarrand-Linie (statt auf die Unterkieferbasis) nehmen.

70 (2). **Kleinste Asthöhe**: Geradlinige Entfernung der tiefsten Stelle der Incisura mandibularis vom Unterrand des Astes, parallel zur Asthöhe (Nr. 70) gemessen. Gleitzirkel.

70 (3). **Höhe (Tiefe) der Incisura mandibulae**: Senkrechte Entfernung des tiefsten Punktes der Incisura mandibulae sive praecondyloidea s. condylocoronoidea von einer das Koronion (kr) und den höchsten Punkt des Capitulum verbindenden Geraden. Zu messen mit Koordinatenzirkel, oder am Kraniogramm, oder mit Fürst-Bathometer, oder am Schattenriß der Unterkieferhälfte.

71. **Astbreite**: Kleinste Breite des Unterkieferastes senkrecht auf die Höhe. Gleitzirkel.

Man berühre mit den Armen des Gleitzirkels die sich am meisten genäherten Punkte des vorderen und hinteren Astrandes und suche das Maß so gut als möglich senkrecht auf die gemessene Höhe zu nehmen.

BROCA mißt senkrecht auf den Hinterrand, TURNER parallel zur Alveolarrand-Linie.

71 a. **Kleinste Astbreite**: Gleiches Maß wie Nr. 71, jedoch ohne Rücksicht auf die Höhe. Das Maß kann daher auch schief genommen werden. Gleitzirkel.

71 (1). **Breite der Incisura mandibulae** (Condylo-coronoid-Länge, auch -Breite): Geradlinige Entfernung des Koronion (kr) von dem Mittelpunkt einer die beiden Kondylia (kdl und kdm) auf der Oberfläche des Capitulum verbindenden Geraden. Gleitzirkel. Statt des Mittelpunktes ist auch der vorderste, der hervorragendste oder der hinterste Punkt der Kondylen gewählt worden. Die letzteren beiden Punkte sind zu verwerfen.

Unterkiefergewicht siehe bei Schädelgewicht S. 474.

Andere Maße des Unterkiefers vergleiche unter Winkel S. 486.

#### h) Winkel (Nr. 72—79) (Abb. 242)

72. **Ganzprofilwinkel**: Der Winkel, den eine Nasion (n) und Prosthion (pr) verbindende Gerade mit der Ohr-Augen-Ebene bildet. Stativ- oder Ansteckgoniometer. Als Prosthion ist nicht der tiefste, sondern der vorstehende Punkt des Alveolarfortsatzes und bei Affenschädeln mit hoch hinaufreichenden Nasalia statt des Nasion das Subnasion (sbn) als oberer Punkt der Profilinie zu wählen:

Einteilung:	hyperprognath <sup>1)</sup>	x° — 69°9
	prognath	70°0 — 79°9
	mesognath	80°0 — 84°9
	orthognath	85°0 — 92°9
	hyperorthognath	39°0 — x°

<sup>1)</sup> *προγναθος* = mit vorgeschobenem, *εὐπρογναθος* = mit geradegerichtetem, *μεσόγναθος* = mit mäßig geradem Kiefer. Die Bezeichnungen der Frankfurter Verständigung „Schiefzähler“ usw. sind zu vermeiden, da es sich um eine Bildung des Alveolarfortsatzes und nicht der Zähne handelt. Noch unzulässiger natürlich ist es, von einer prognathen Stirn u. dgl. zu reden.

Für rassendiagnostische Zwecke ist der Ganzprofilwinkel am wertvollsten; seine stetige Abweichung beträgt im Durchschnitt  $\pm 2,91$  (LÜTHY).



72 a. Der Winkel, den eine Prosthion (pr) und den vorstehendsten Punkt der Stirn verbindende Gerade mit der Ohraugen-Ebene bildet. Goniometer.

72 (1). Der Winkel, den eine Prosthion (pr) und Glabella (g) verbindende Gerade mit der Glabella-Lambda-Linie bildet. Goniometer oder am Kraniogramm zu messen.

72 (2). Angle facial alveole-condyliens, von SPIX 1815 eingeführt: Der Winkel, den eine Nasion (n) und Prosthion (pr) verbindende Gerade mit der Alveolo-kondylen-Ebene bildet.

Die französische Schule wählte bei gleicher Ebene auch als Profilinie eine Glabella (g) und Prosthion (pr) verbindende Gerade.

72 (3). CLOQUETS Profilwinkel: Der Winkel, den eine Infradentale (id) (nicht Prosthion, wie meist angegeben) und die Mitte der äußeren Gehöröffnung verbindende Gerade mit einer das Infradentale und den hervorragendsten Punkt der Stirn tangierenden Linie bildet.

TOPINARD verlegt den Scheitel des Winkels auf das Prosthion.

72 (4). VIRCHOWS Profilwinkel: Der Winkel, den eine die Mitte des äußeren Gehörganges und das Prosthion (pr) verbindende Gerade mit der Nasion-Prosthion-Linie bildet. In seinen früheren Arbeiten hat VIRCHOW als Scheitelpunkt des Winkels die Spina nasalia ant. benutzt.

Die Ganzgesichtswinkel, deren Scheitel kein anatomischer, sondern ein virtueller Punkt bildet (CAMPER), oder deren Schenkel vom freien Rand der Schneidezähne ausgehen (CUVIER, GEOFFROY-ST. HILAIRE u. a.), oder die unzulässige Horizontalschenkel

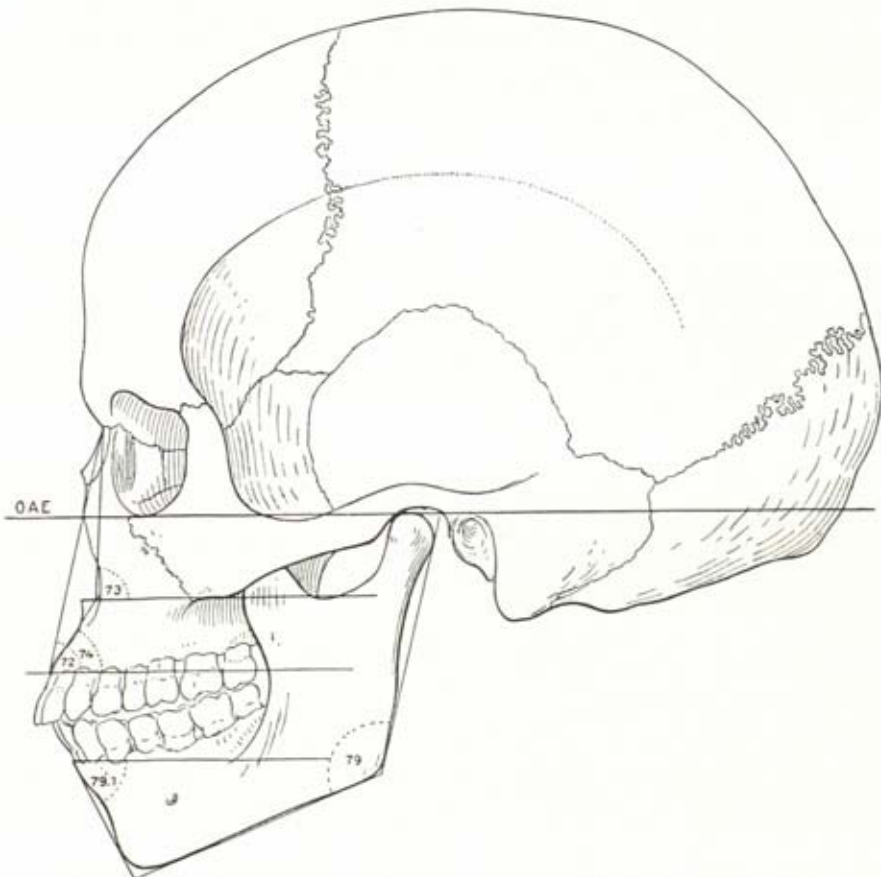


Abb. 242. Schädel in der Norma lateralis mit eingezeichneten Gesichtswinkeln.  
(Die eingetragenen Ziffern beziehen sich auf die Nummern der entsprechenden Winkel.)

(Kauflächen-Ebene nach BARCLAY und DESCHAMPS, Foramen-magnum-Ebene nach FALKENSTEIN usw.) besitzen, sind als unpraktisch hier weggelassen worden.

72 (5). Winkel des Gesichtsdreiecks: Die Winkel des Gesichtsdreiecks Nasion-Prosthion-Basion (Abb. 237) sind vielfach als Ausdruck der Kieferentwicklung berechnet worden. Es ist aber nicht vorteilhaft, die Nasion-Prosthion-Linie auf die Prosthion-Basion-Linie (oder auf die Alveolokondylen-Ebene) zu beziehen, weil durch eine größere oder kleinere Obergesichtshöhe eine prognathere oder orthognathere Gesichtsbildung vorgetäuscht werden kann.

Statt des Prosthion ist zur Konstruktion des Gesichtsdreiecks früher auch die Spina nasalis anterior oder das Subspinale (ss) und neuerdings auch statt des Nasion die Glabella gewählt worden, obwohl die letztere in keiner Beziehung zur Kieferentwicklung steht.

Einteilung des Nasion-Prosthion-Basion-Winkels:

mesognath	70°0—72°9	
prognath	x° —69°9	
orthognath	73°0—x	(RIVET)

Den zur Bestimmung der Ortho-, Meso- und Prognathie verwendeten Kieferindex siehe S. 498.

Wiederholt ist der Grad der Prognathie auch durch das Vortreten des Oberkiefers vor eine Vertikalebene zu messen versucht worden (sogenannte lineare Methode). Als Vertikale wählt MANOUVRIER (1887) eine vom Metopion auf die Alveolokondylen-Ebene gefällte Senkrechte. Das Metopion soll der Vorderwand des Innenraumes des Gehirnschädels entsprechen. CONSORTI (1899) fällt eine Senkrechte vom Daykryon auf die Ohr-Augen-Ebene und mißt die Abstände des Nasion und Prosthion von der Vertikal-Ebene. Der Abstand des Fußpunktes der Vertikalen von der Glabella soll den Grad der Prognathie ausdrücken.

Diese lineare Methode gestattet aber infolge der verschiedenen absoluten Größe der einzelnen Objekte keinen Vergleich und ist daher nicht empfehlenswert.

73. Nasaler Profilwinkel (Mittelgesichtswinkel, RANKE-VIRCHOW-scher Profilwinkel): Der Winkel, den eine Nasion (n) und Nasospinale (ns) verbindende Gerade mit der Ohr-Augen-Ebene bildet. Stativ- oder Ansteckgoniometer.

Das früher gewählte Subspinale ist weniger vorteilhaft als das Nasospinale, da an vielen Schädeln der Alveolarfortsatz sehr kurz oder die Spina nasalis anterior sehr stark nach unten verlängert sein kann, so daß der erstere Punkt zu tief auf den Alveolarfortsatz fällt. Man findet den gewünschten Meßpunkt am besten dadurch, daß man die durch Prosthion und Subspinale bestimmte Profilinie des Alveolarfortsatzes seitlich von der Spina nasalis bis zur Apertura piriformis verlängert und von hier aus eine Querlinie bis zur Mediansagittal-Ebene zieht. Der so gefundene Punkt deckt sich annähernd mit dem Nasospinale, das an der Stelle gelegen ist, an welcher eine die beiderseitigen Unterländer der Apertura piriformis verbindende Gerade von der Sutura intermaxillaris geschnitten wird.

Einteilung:	hyperprognath	x° —69°0
	prognath	70°0—79°9
	mesognath	80°0—84°9
	orthognath	85°0—92°9

73 (1). JAQUARTS Gesichtswinkel: Der Winkel, den eine die Mitte des äußeren Gehörganges und die Spina nasalis anterior verbindende Gerade mit einer Nasenstachel und Glabella berührenden Geraden bildet. Gegen diesen Winkel ist einzuwenden, daß der Nasenstachel relativ unabhängig von der Ausbildung des Oberkiefers ist und sehr verschieden stark entwickelt sein kann, und daß auch die Glabellarentwicklung, die den Winkel stark beeinflußt, mit dem Gesichtsskelett nichts zu tun hat.

73 (2). BROCAS Gesichtswinkel: Der Winkel, den eine die Mitte des äußeren Gehörganges und das Nasospinale (ns) verbindende Gerade mit der Ophryon-Nasospinal-Linie bildet. BROCAS Goniometer latéral ou médian. Der Meßpunkt ist auch auf die Spina selbst verlegt worden.

**74. Alveolarer Profilwinkel:** Der Winkel, den eine Nasospinale (ns) und Prosthion (pr) verbindende Gerade mit der Ohr-Augen-Ebene bildet. Stativ- oder Ansteckgoniometer.

Das Nasospinale ist dem Subspinale vorzuziehen, da das letztere bei kurzem Alveolarfortsatz oder stark nach unten verlängerter Spina nasalis fast mit dem Prosthion zusammenfallen kann. Der Winkel kann nur an Schädeln mit intakter, d. h. nicht reduzierter Alveolarpartie gemessen werden.

Einteilung:	ultraprognath	x—59,9
	hyperprognath	60,0—69,9
	prognath	70,0—79,9
	mesognath	80,0—84,9
	orthognath	85,0—92,9
	hyperorthognath	93,0—x

Statt Prognathie ist für das Vorstehen der Alveolarpartie auch der Ausdruck Prophathie gebräuchlich.

**74 (1). Der Winkel, den die Alveolarkondylen-Ebene mit einer Nasospinale (ns) und Prosthion (pr) verbindenden Geraden bildet.**

**74 (2). Zahnwinkel:** Der Winkel, den eine das Prosthion (pr) und die Schneide der mittleren oberen Incisiven verbindende Gerade mit der Ohr-Augen-Ebene bildet. Stativ- oder Ansteckgoniometer. Der Winkel dient zur Messung der Ortho- bzw. Prodentie der Incisiven.

**75. Profilwinkel des Nasendaches:** Der Winkel, den die Profillinie der Nasalia mit der Ohr-Augen-Ebene bildet. Die Profillinie der Nasalia entspricht der Verbindungslinie des Nasion (n) mit dem Rhinion (rhi). Ansteckgoniometer.

**75 (1). Winkel des Nasendaches mit der Profillinie Nasion-Prosthion:** Der Winkel wird gewonnen, indem man den Profilwinkel des Nasendaches (Nr. 75) von dem Ganzprofilwinkel (Nr. 72) abzieht. Diese Berechnung ist dadurch begründet, daß Nasendachgerade-Profillinie und Ohr-Augen-Ebene zusammen ein Dreieck bilden, zu dem der Ganzprofilwinkel, parallel verschoben, einen Außenwinkel darstellt, der gleich der Summe von Nr. 75 und 75 (1) ist. Der Winkel ist rassendiagnostisch wichtiger als der Profilwinkel des Nasendaches.

**76. Wangenprofilwinkel:** Der Winkel, der die Neigung der Vorderwand des Wangenbeines zur Ohr-Augen-Ebene angibt. Man zieht 2—3 mm lateralwärts vom Zahnbogen über die vordere Oberkieferfläche eine Parallele zur Mediansagittal-Ebene, bezeichnet den oberen und unteren Punkt dieser Linie am Unterrand der Orbita und des Jochfortsatzes des Oberkiefers und legt die Spitzen des mit Ansteckgoniometer versehenen Gleitzirkels auf die beiden Endpunkte dieser Linie auf. Bei stark ausgebildeter Fossa canina kann der Winkel nicht gemessen werden.

**76 (1). Orbitocaninus-Winkel:** Der Winkel, den eine die Orbital-Unterrandmitte mit dem vorderen Alveolarrand des Caninus verbindende Gerade mit der Ohr-Augen-Ebene bildet. Stativ- oder Ansteckgoniometer. Besonders bei Affenschädeln wichtig.

**77. Querprofilwinkel des Obergesichtes (Nasomalarwinkel):** Der Winkel, den die beiden Nasion (n) und Frontomolare orbitale (fmo) verbindenden Geraden miteinander bilden. Koordinatenzirkel.

**78. Sagittaler Neigungswinkel der Orbitaleingangsebene (Orbitaler Eingangswinkel):** Der Winkel, den eine die Mitte des Orbital-Oberlandes mit der Mitte des Unterrandes verbindende Gerade mit der Ohr-Augen-Ebene bildet. Stativ- oder Ansteckgoniometer.



Für den orbitalen Schenkel dieses Winkels ist auch die Vertikalhöhe des Augenhöhleneinganges (siehe S. 478) gewählt worden.

78 (1). **Frontaler Neigungswinkel der Orbitaleingangs-Ebene** (Seitenstandwinkel): Der Winkel, den der größte Breitendurchmesser der Orbita mit der Frontalebene des Schädels bildet. Goniometer. Zur Bestimmung des Winkels wird der Schädel in die Frontalebene orientiert, dann werden bei horizontaler Haltung des Instruments die beiden Spitzen des Lineals auf Maxillofrontale (mf) und Ektokonchion (ek) aufgesetzt, worauf der Winkel direkt abgelesen werden kann. ADACHI benutzt zur Messung die horizontale Breite der Orbita.

78 (2). **Horizontaler Neigungswinkel der Orbitaleingangs-Ebene**: Der Winkel, den die Orbitalbreite (Nr. 51) mit einer durch das Maxillofrontale (mf) gelegten Horizontalen bildet. Am Kraniogramm, an welchem man die notwendigen Punkte bezeichnet hat, zu messen, oder indem man die beiden Schenkel mittels Faden am Objekt selbst markiert und mittels eines schmal abgeschnittenen Transporteurs den Winkel abliest. Auch mit Hilfe des Ansteckgoniometers, das an einem dünnen Metallstab befestigt wird, zu messen. Der Stab wird an Maxillofrontale und Ektokonchion angelegt und der Winkel direkt abgelesen. ADACHI hat zur Bestimmung die Orbitalbreite vom Lacrimale aus (Maß Nr. 51 b) verwendet.

78 (3). **Orbitalachsenwinkel**: Der Winkel, den die beiden Orbitalachsen miteinander bilden. Die Orbitalachsen werden durch zwei Orbitostate oder durch zwei Stahlnadeln repräsentiert, die so in den Foramina optica mittels Wachs befestigt sind, daß sie in den Mittelpunkten der beiden Orbitaleingangsebenen stehen. Der Schädel wird in der Art eingestellt, daß die Achsenebene horizontal zur Tischfläche gerichtet ist. Hierauf sticht man mit dem Parallelgraphen die Richtung der Nadeln ab oder zeichnet dieselben mit dem Dioptrographen und liest den Winkel an der Zeichnung ab. Weitere Winkel der Orbitalachsen vergleiche bei ADACHI (1904).

78 (4). **Orbito-Diagonalwinkel** (KALKHOF, 1911): Winkel, den die Diagonalen der beiden Orbitae auf dem Stirnbein miteinander bilden. KALKHOF zeichnet zu diesem Zweck den gesamten Umfang beider Augenhöhleneingänge an dem mit vertikaler Ohr-Augen-Ebene eingestellten Schädel auf. Dabei bezeichnet er als Umfang die Linie, in der sich die dunkle Lichtung des Augenhöhleneinganges scharf vom hellen Knochenrand abhebt. An dieser Zeichnung verbindet er die tiefsten Punkte der beiden Orbitae durch eine Horizontale, legt durch die höchsten Punkte der beiden Orbitae eine zur ersten parallele Horizontale und zieht durch die lateralsten und medialsten Punkte jeder der beiden Orbitae eine Senkrechte auf die beiden Horizontalen. In den beiden Rechtecken, von denen nun die Orbitalhöhlen eingeschlossen werden, zieht er die Diagonalen und verlängert sie bis an die Stelle, an der sie sich auf dem Stirnbein kreuzen. Den Winkel, den sie miteinander bilden, mißt er als Orbito-Diagonalwinkel. Gegen die Methode ist einzuwenden, daß sie, abgesehen von dem nie ganz zu bestimmenden Umfang der Orbitae, die Verkürzung des Orbital-Rechtecks durch die Zeichnung nicht berücksichtigt, die dadurch entsteht, daß die Orbitae auch zur Frontalebene und zur Ohraugen-Ebene (Nr. 78) verschiedene Winkel bilden.

79. **Astwinkel des Unterkiefers** (Angulus mandibularis): Der Winkel, den ein Ramus mit der Fläche bildet, auf die der Unterkiefer gelegt wird. Gnathometer.

Gemessen wird also der Winkel, den eine an die Hinterfläche des Capitulum und den Astwinkel angelegte Gerade (Ramustangente) mit der Unterfläche bildet. Auf der Gnathometerplatte sind die Richtungslinien eingeritzt, auf die eine Unterkieferhälfte eingestellt werden muß. Bei Schaukelunterkiefen wird mit zwei Fingern der linken Hand auf die Molares 2 gedrückt und der Knochen in dieser Lage festgehalten.

79a. Auf dem Ast wird mittels Bleistift eine Linie gezogen, die zwischen dem vorderen und hinteren Rand eine mittlere Richtung angibt. Es wird die Neigung dieser Linie zur Basaltangente am Kraniogramm gemessen.

79b. Winkel, den die Ramustangente mit der Alveolarrand-Linie bildet. Am Kraniogramm zu messen.

79 (1). **Profilwinkel des Unterkiefers** (Kinnwinkel, angle symphysien): Der Winkel, den eine Infradentale (id) und Pogonion (pg), d. h. den in der Median-sagittal-Ebene vorspringenden Punkt des Kinnes, tangierende Gerade mit der Ohr-Augen-Ebene bildet. Goniometer. Der Winkel ist nur zu messen, wenn der Unterkiefer genau mit dem Oberkiefer in Artikulation gebracht werden kann und der Schädel in die Ohr-Augen-Ebene eingestellt ist.

79 (1a). Der Winkel, den eine Infradentale (id) und Gnathion (gn) verbindende Gerade mit der Ebene des Unterrandes des Unterkiefers bildet. Gnathometer. Der Unterkiefer wird mit Daumen und Zeigefinger der linken Hand unter leichtem Druck auf die Kronen der Molaren 2 (senkrecht von oben) auf der Gnathometerplatte festgehalten.

79 (1b). Winkel, den eine Infradentale (id) und Pogonion (pg) verbindende Gerade mit der Alveolarrand-Linie bildet. Am Kraniogramm zu messen. Der Winkel wird vor der Pogonionlinie abgelesen; er gibt Aufschluß über die Ausbildung eines Negativ-, Neutral- oder Positivkinnes.

79 (2). Der Winkel, den die im Infradentale (id) auf die Alveolarrand-Linie errichtete Senkrechte mit der Basaltangente bildet. Am Kraniogramm zu messen.

79 (3). Neigungswinkel der Coronio-Condylial-Linie: Der Winkel, den eine Koronion (kr) und den höchsten Punkt des Capitulum mandibulae verbindende Gerade mit dem Hinterrand des Astes (Ramustangente) bildet. Gnathometer. Der Unterkiefer wird mit dem Hinterrand seines Astes auf eine der eingeritzten Richtungslinien der Gnathometerplatte angelegt und die entsprechende Linie der Meßplatte mit dem Koronion und dem höchsten Punkt des Capitulum in Berührung gebracht. Auch am Kraniogramm zu messen.

79 (4). Basalwinkel des Unterkiefers: Der Winkel, den die beiden Gnathion (gn) und Gonion (go) jeder Seite verbindenden Geraden miteinander bilden. Man markiere die beiden Linien durch mit Wachs aufgeklebte Stahlnadeln und lese den Winkel direkt mittels Transporteurs ab.

79 (5). Horizontaler Neigungswinkel der Gelenkachsen: Der Winkel, den die beiden Längsachsen der Capitula miteinander bilden. Man markiere mittels Bleistift die beiden Achsen, befestige auf denselben mit Wachs zwei dünne Stahlnadeln und lese an deren Kreuzungspunkt mit dem Glastransporteur den Winkel ab.

#### i) Radien

Wie am Kopf des Lebenden von der Mitte des äußeren Gehörganges aus (siehe S. 372), werden auch am Schädel, sowohl vom Porion als auch von anderen Punkten (Basion, Hormion usw.) aus, Radien nach den verschiedensten Punkten des Gehirn- und Gesichtsschädels gezogen. Die wichtigsten dieser Radien, sofern sie direkt gemessen werden können, wie z. B. Basion—Nasion, Basion—Bregma, Basion—Prosthion usw. sind in den vorhergegangenen Abschnitten bereits aufgeführt worden. Andere Radien, sowie die Winkel, die diese untereinander bilden, lassen sich nur am Kraniogramm messen. Näheres darüber unter Kraniographie (siehe S. 506 f.).

#### k) Zahnbogen- und Zahnmaße (Nr. 80 und 81)

80. Zahnbogenlänge des Oberkiefers: Abstand des vorspringendsten Punktes der labialen Fläche der Incisiven von dem Mittelpunkt einer Geraden, welche die Distalflächen der beiden  $M_2$  berührt. Gleitzirkel.

Die beiden flachen Arme des Gleitzirkels werden an die verlangten Punkte angelegt, wobei das Lineal des Instruments parallel zur Sagittalebene zu halten ist.

80 a. Zahnbogenlänge des Unterkiefers: Entsprechende Entfernung wie bei Maß Nr. 80. Man legt eine 1 mm dicke Stahlnadel an die distalen Enden der  $M_3$ , setzt die Spitze des einen Zirkelarmes an die mediale Berührungsfläche der beiden mittleren Incisiven und diejenige des zweiten an die Mitte des Hinterrandes der Stahlnadel. Man muß von dem erhaltenen Maß dann aber 1 mm, der Dicke der Stahlnadel entsprechend, in Abzug bringen.

80 (1). Zahnbogenbreite: Abstand der beiden größten seitlichen Ausladungen der Zahnreihen voneinander senkrecht zur Mediansagittal-Ebene. Gleitzirkel. Man legt die beiden flachen Arme des Gleitzirkels an die seitlichen Ausladungen der Molarenreihen, indem man das Lineal des Instruments in der Frontal-Ebene hält. Gleiche Technik wie bei den Kiefern.

80 (2). Dentallänge: Geradlinige Entfernung des vorderen Randes des  $P_1$  von dem distalen Rand des  $M_3$ . Gleitzirkel.

80 (3). Molarenlänge: Geradlinige Entfernung des Vorderrandes des  $M_1$  von der Hinterfläche des  $M_3$ . Gleitzirkel.



81. Ferner können an sämtlichen Zähnen 3 Dimensionen — Breite (mesio-distaler Durchmesser), Dicke (labio-lingualer Durchmesser) und Höhe (Länge) — gemessen werden. Die Terminologie ist leicht verständlich, wenn man den Zahnbogen als Ganzes zugrunde legt. Von den Incisiven ausgehend (als der Kiefersymphyse am nächsten), ist die Zahnbreite = dem Abstand der beiden an den Approximal- (= Berührungs-)Flächen, d. h. an der vorderen und distalen Fläche am meisten ausgeladenen Punkte. Die Breitenausdehnung der Zähne wechselt also; sie ist bei den Incisiven frontal, bei den Molaren sagittal gerichtet. Gleitzirkel.

81 (1). Zahndicke: Abstand der vorstehendsten Punkte der lingualen und labialen bzw. buccalen Flächen eines Zahnes voneinander. Diese Dickendimension steht also senkrecht auf der Breite und geht, von den Incisiven zu den Molaren fortschreitend, aus einer sagittalen allmählich in eine transversale Richtung über. Gleit- oder Reißzeugzirkel.

81 (2). Zahnhöhe: Abstand der Schneidekante vom Zahnfleischsaum bzw. vom Unterrand der Schmelzkappe. Die eine Zirkelspitze muß daher bei Incisiven auf die Mitte der Schneidekante, bei Cuspidaten und Bicuspidaten auf die Spitze des äußeren Höckers und bei Molaren auf das Niveau der Kaufläche, d. h. auf den Grund der Einkerbung zwischen den zwei äußeren Höckern aufgesetzt werden. Gleit- oder Reißzeugzirkel.

#### α) Indices des Gehirnschädels

Die Indices sind hier durchnummeriert, um bei vergleichenden Arbeiten die Verständigung zu erleichtern (vgl. SALLER, 1930). Für Geschlechtsunterschiede, die bei der Indexeinteilung am Schädel nicht berücksichtigt sind, gilt das für die Indices am Lebenden Gesagte.

#### 11. Längen-Breiten-Index des Schädels:

$$= \frac{\text{Größte Schädelbreite (8)} \times 100}{\text{Größte Schädelhöhe (1)}}$$

Die gebräuchlichste und beste, auf einem Vorschlag von GARSON (1886) beruhende Einteilung ist folgende:

ultradolichokran	x—64,9
hyperdolichokran	65,0—69,9
dolichokran	70,0—74,9
mesokran	75,0—79,9
brachykran	80,0—84,9
hyperbrachykran	85,0—89,9
ultrabrachykran	90,0—x

$$G(I) = 0,8; G(I_1—I_2) = 1,4 \times G(I) = 1,1^2.$$

#### 12. Längen-Höhen-Index des Schädels (Indice vertical):

$$= \frac{\text{Basion-Bregma-Höhe (17)} \times 100}{\text{Größte Schädelhöhe (1)}}$$

Einteilung:	chamaekran	x—69,9
	orthokran	70,0—74,9
	hypsikran	75,0—x

$$G(I) = 0,8; G(I_1—I_2) = 1,4 \times G(I) = 1,1.$$

#### 12 a. Längen-Höhen-Index (JAGDHOLD):

$$= \frac{\text{Gesamthöhe (18 (1))} \times 100}{\text{Größte Schädelhöhe (1)}}$$



chamaekran	x—72,9
orthokran	73,0—77,9
hypsikran	78,0—x

13. Breiten-Höhen-Index des Schädels (Indice transverso-vertical):

$$= \frac{\text{Basion-Bregma-Höhe (17)} \times 100}{\text{Größte Schädelbreite (8)}}$$

Einteilung:	tapeinokran	x—91,9
	metriokran	92,0—97,9
	akrokran	98,0—x

Andere Einteilungen:

eurykran	x— 95,0
mesoeurykran	95,1—100,0
stenokran	101,0—x (v. Török)

Gelegentlich sind auch andere Höhen als die Basion-Bregma-Höhe zur Berechnung dieses Index benützt worden.

14. Längen-Ohr-Bregma-Höhen-Index des Schädels (Auriculovertical-Index):

$$= \frac{\text{Ohr-Bregma-Höhe (20)} \times 100}{\text{Größte Schädelhöhe (1)}}$$

Einteilung:	chamaekran	x—57,9
	orthokran	58,0—62,9
	hypsikran	63,0—x

$$G(1) = 1,0; G(I_1—I_2) = 1,4 \times G(1) = 1,4.$$

15. Breiten-Ohr-Bregma-Höhen-Index:

$$= \frac{\text{Ohr-Bregma-Höhe (20)} \times 100}{\text{Größte Schädelbreite (1)}}$$

Einteilung (JAGDHOLD):

tapeinokran	x—79,9
metriokran	80,0—85,9
akrokran	86,0—x.

15 a. Als Variante ist auch häufig verwendet worden:

$$= \frac{\text{Ganze Ohrhöhe (21)} \times 100}{\text{Gerade Schädelhöhe (1 a)}}$$

15 (1). Kalottenhöhen-Index:

$$= \frac{\text{Kalottenhöhe (22 a)} \times 100}{\text{Glabello-Inion-Länge (2)}}$$

15 (2). Variante:

$$= \frac{\text{Kalottenhöhe (22)} \times 100}{\text{Nasion-Inion-Länge (2 a)}}$$

Die Kalottenhöhe und die Längen sind für die beiden Indices also verschieden.

16. Kalotten-Höhen-Breiten-Index:

$$= \frac{\text{Kalottenhöhe (22)} \times 100}{\text{Größte Schädelbreite (8)}}$$

16 a. SARASIN berechnet diesen Index in der Variante:

$$\text{Index} = \frac{\text{Kalottenhöhe (22 d)} \times 100}{\text{Hirnschädellänge parallel zur Ohr-Augen-Ebene (1 (1))},}$$

der aber ungenauere Resultate ergibt.

17. Lageindex der Kalottenhöhe: Man mißt am Kraniogramm der Mediansagittal-Kurve den Abstand der Glabella vom Fußpunkt der Kalottenhöhe:

$$= \frac{\text{Gemessener Abstand} \times 100}{\text{Glabello-Inion-Länge (2)}}$$

I 8. Lageindex des Bregma: Man fällt an dem Kraniogramm der Median-sagittal-Kurve eine Senkrechte vom Bregma auf die Glabello-Inion-Länge und mißt den Abstand ihres Fußpunktes von der Glabella:

$$= \frac{\text{Gemessener Abstand} \times 100}{\text{Glabello-Inion-Länge (2)}}$$

I 9. Horizontalumfang-Höhen-Index (Circumferenzhöhen-Index nach HAUSCHILD):

$$= \frac{\text{Basion-Bregma-Höhe (17)} \times 100}{\text{Horizontalumfang (23)}}$$

Niedere Schädel haben einen geringen, hohe einen höheren Index. Die Schwankungsbreite des Index ist gering.

I 9 (1). Lageindex der größten Breite. Man zeichnet an dem Kraniogramm der Norma verticalis die größte Länge und die größte Breite ein und mißt die Entfernung der Glabella von dem Scheitelpunkt der beiden Durchmesser:

$$= \frac{\text{Gemessener Abstand} \times 100}{\text{Größte Schädel länge (1)}}$$

I 9 (2). Lageindex der postorbitalen Einschnürung: Man zeichnet an dem Kraniogramm der Norma verticalis die Breite zwischen den Stellen der stärksten postorbitalen Einschnürung der Schädelaußenkontur ein. Dann mißt man den Abstand dieser Linie von der Glabella.

$$\text{Der Index ist: } \frac{\text{Gemessener Abstand} \times 100}{\text{Glabello-Inion-Länge (2)}} \quad (\text{SCHWALBE})$$

I 10. Sagittaler Schädelwölbungs-Index:

$$= \frac{\text{Nasion-Inion-Länge (2a)} \times 100}{\text{Mediansagittal-Bogen (25a)}}$$

Der Index gibt einen Begriff von der Entwicklung der Schädelwölbung in der Median-sagittal-Ebene.

I 11. Transversaler Schädelwölbungs-Index:

$$= \frac{\text{Biauricularbreite (11)} \times 100}{\text{Transversalbogen (24)}}$$

I 12. Transversaler Frontal-Index (Stirnbreiten-Index):

$$= \frac{\text{Kleinste Stirnbreite (9)} \times 100}{\text{Größte Stirnbreite (10)}}$$

Schädel mit einem Index unter 80 werden als kugelstirnig, mit einem solchen über 100, wie bei Primaten häufig, parallelstirnig bezeichnet.

Bei Affenschädeln muß dann statt der Kleinsten Stirnbreite die postorbitale Breite (9 (1)) gewählt werden.

$$G(I) = 0,6; G(I_1 - I_2) = 1,4 \times G(I) = 0,8.$$

I 12 a. Variante (Indice stéphanique):

$$= \frac{\text{Kleinste Stirnbreite (9)} \times 100}{\text{Stephanienbreite (10b)}}$$

I 13. Transversaler Frontoparietal-Index (Schädelstirnbreiten-Index, indice frontal):

$$= \frac{\text{Kleinste Stirnbreite (9)} \times 100}{\text{Größte Schädelbreite (8)}}$$

Einteilung:	stenometop	x—65,9
	metriometop	66,0—68,9
	eurymetop	69,0—x

Einteilung (nach SCHWALBE):

ultramikrosem	x—54,9
hypermikrosem	55,0—59,9
mikrosem	60,0—64,9

megasem	65,0—69,9
mesosem	70,0—74,9
hypermegasem	75,0—79,9
ultrahypermegasem	80,0—x
$G(I) = 0,6; G(I_1 - I_2) = 1,4 \times G(I) = 0,8.$	

I 13 a. Variante (Coronal-Parietal-Index):

$$= \frac{\text{Größte Stirnbreite (10)} \times 100}{\text{Größte Schädelbreite (8)}}$$

I 14. Transversaler Parietooccipital-Index:

$$= \frac{\text{Größte Hinterhauptsbreite (12)} \times 100}{\text{Größte Schädelbreite (8)}}$$

I 15. Breitenindex der Schädelbasis:

$$= \frac{\text{Vordere Schädelbasis (14a)} \times 100}{\text{Biauricularbreite (11)}}$$

I 16. Sagittaler Frontoparietal-Index (Stirnscheitelbein-Index):

$$= \frac{\text{Mediansagittaler Parietalbogen (27)} \times 100}{\text{Mediansagittaler Frontalbogen (26)}}$$

I 17. Sagittaler Frontooccipital-Index:

$$= \frac{\text{Mediansagittaler Occipitalbogen (28)} \times 100}{\text{Mediansagittaler Frontalbogen (26)}}$$

I 18. Sagittaler Parietooccipital-Index:

$$= \frac{\text{Mediansagittaler Occipitalbogen (28)} \times 100}{\text{Mediansagittaler Parietalbogen (27)}}$$

I 19. Frontosagittal-Index:

$$= \frac{\text{Mediansagittaler Frontalbogen (26)} \times 100}{\text{Mediansagittalbogen (25)}}$$

I 20. Parietosagittalbogen-Index:

$$= \frac{\text{Mediansagittaler Parietalbogen (27)} \times 100}{\text{Mediansagittalbogen (25)}}$$

I 21. Occipitosagittalbogen-Index:

$$= \frac{\text{Mediansagittaler Occipitalbogen (28)} \times 100}{\text{Mediansagittalbogen (25)}}$$

Zu den folgenden Bogensehnen- oder Krümmungsindices ist zu bemerken, daß sie nur im allgemeinen über die Krümmung bzw. Wölbung, nicht aber über die Form der Kurve selbst orientieren, denn über der gleichen Sehne können Bogen von gleicher Länge, aber ganz verschiedener Form errichtet werden (vgl. auch unter Stirnbein).

I 22. Sagittaler Frontal-Index (Krümmungs- oder Sehnenbogen-Index des Stirnbeins):

$$= \frac{\text{Mediansagittale Frontalsehne (29)} \times 100}{\text{Mediansagittaler Frontalbogen (26)}}$$

$$G(I) = 0,8; G(I_1 - I_2) = 1,4 \times G(I) = 1,1.$$

Schädel mit einem Index unter 90 werden häufig als steil-(rund)stirnig oder orthometop, solche mit einem Index über 90 als flachstirnig oder chamaemetop bezeichnet.

I 22 a. Frontocerebral-Index (Krümmungsindex der Pars cerebialis des Stirnbeins):

$$= \frac{\text{Mediansagittale Sehne der Pars cerebialis (29 (2))} \times 100}{\text{Mediansagittaler Cerebralbogen (26 (2))}}$$

I 23. Glabellar-Index (Krümmungsindex der Pars glabellaris):

$$= \frac{\text{Mediansagittale Sehne der Pars glabellaris (29 (1))} \times 100}{\text{Mediansagittaler Glabellarbogen (26 (1))}}$$



## I 23 (1). Glabellocerebral-Index:

$$= \frac{\text{Mediansagittale Sehne der Pars glabellaris (29 (1))} \times 100}{\text{Mediansagittale Sehne der Pars cerebialis (29 (2))}}$$

## I 24. Sagittaler Parietal-Index (Krümmungsindex des Margo sagittalis des Scheitelbeines):

$$= \frac{\text{Mediansagittale Parietalsehne (30)} \times 100}{\text{Mediansagittaler Parietalbogen (27)}}$$

$$G(I) = 0,8; G(I_1 - I_2) = 1,4 \times G(I) = 1,1.$$

In gleicher Weise lassen sich auch die Sehnenbogen-Indices für die drei anderen Ränder des Scheitelbeins berechnen.

## I 25. Sagittaler Occipital-Index (Krümmungsindex der Hinterhauptsschuppe):

$$= \frac{\text{Mediansagittale Occipitalsehne (31)} \times 100}{\text{Mediansagittaler Occipitalbogen (28)}}$$

$$G(I) = 0,9; G(I_1 - I_2) = 1,4 \times G(I) = 1,3.$$

## I 26. Krümmungsindex der Oberschuppe des Hinterhauptbeins:

$$= \frac{\text{Mediansagittale Sehne der Oberschuppe (31 (1))} \times 100}{\text{Mediansagittaler Oberschuppenbogen (28 (1))}}$$

## I 27. Occipitalindex:

$$= \frac{\text{Mediansagittale Sehne der Unterschuppe (31 (2))} \times 100}{\text{Mediansagittaler Oberschuppenbogen (28 (1))}}$$

Dieser Index gibt einigermaßen die Lage des Inion innerhalb der Occipitalschuppe an.

## I 28. Sehnenindex der Hinterhauptsschuppe:

$$= \frac{\text{Mediansagittale Sehne der Unterschuppe (31 (2))} \times 100}{\text{Mediansagittale Sehne der Oberschuppe (31 (1))}}$$

## I 29. Breiten-Höhen-Index der Hinterhauptsschuppe:

$$= \frac{\text{Mediansagittale Occipitalsehne (31)} \times 100}{\text{Größte Hinterhauptsbreite (12)}}$$

## I 30. Bogenindex der Hinterhauptsschuppe:

$$= \frac{\text{Mediansagittaler Unterschuppenbogen (28 (2))} \times 100}{\text{Mediansagittaler Oberschuppenbogen (28 (1))}}$$

## I 31. Bogenlängen-Index des Hinterhaupts:

$$= \frac{\text{Mediansagittaler Oberschuppenbogen (28 (1))} \times 100}{\text{Mediansagittaler Occipitalbogen (28)}}$$

## I 32. Hinterhaupts-Index:

$$= \frac{\text{Horizontale Hinterhauptslänge (6 (2))} \times 100}{\text{Gerade Schädelänge (1 a)}}$$

## I 33. Index des Foramen magnum:

$$= \frac{\text{Breite des Foramen magnum (16)} \times 100}{\text{Länge des Foramen magnum (7)}}$$

Einteilung:	schmal	x—81,9
	mittelbreit	82,0—85,9
	breit	86,0—x

## I 33. Index der Schädelbasismitte:

$$= \frac{\text{Schädelbasismitte (5 (4))} \times 100}{\text{Innere Hirnschädellänge (4)}}$$

## Indices baro-cubi:

## I 33 (1). Calvariocerebral-Index (Indice crânio-cérébral, Indice baro cubico nach ARDU-ONNIS):

$$= \frac{\text{Gewicht des Calvarium (39 a)} \times 100}{\text{Schädelkapazität (38)}}$$

133 (2). **Craniocerebral-Index** (Indice céphalo-cérébral):

$$= \frac{\text{Gewicht des Cranium (39)} \times 100}{\text{Schädelkapazität (38)}}$$

133 (3). **Mandibulocerebral-Index** (Indice mandibulo-cérébral):

$$= \frac{\text{Gewicht des Unterkiefers (39 (1))} \times 100}{\text{Schädelkapazität (38)}}$$

133 (4). **Calvariomandibular-Index** (Indice cranio-mandibulaire):

$$= \frac{\text{Gewicht des Unterkiefers (39 (1))} \times 100}{\text{Gewicht des Calvarium (39 a)}}$$

134. **Cranio-femoral-Index** (Indice cranio-fémoral nach MANOUVRIER):

$$= \frac{\text{Gewicht beider Femora} \times 100}{\text{Gewicht des Cranium}}$$

135. **Calvario-femoral-Index** (MARTIN):

$$= \frac{\text{Gewicht beider Femora} \times 100}{\text{Gewicht des Calvarium}}$$

136. **Cerebro-femoral-Index**:

$$= \frac{\text{Gewicht beider Femora} \times 100}{\text{Schädelkapazität}}$$

137. **Schädelmodulus**:

$$= \frac{\text{Größte Länge (1)} + \text{Größte Breite (8)} + \text{Basion-Bregma-Höhe (17)}}{3}$$

Der Basion-Bregma-Höhe ist früher die Ganze Schädelhöhe (18) vorgezogen worden.

WELCKER nimmt statt des arithmetischen Mittels einfach die Summe der drei Durchmesser und SASSE (1910) den Ausdruck:  $L + B + H = 300$ .

Der Schädelmodulus soll die Gesamtgröße des Schädels repräsentieren und als Wert dienen, auf welchem alle Maße reduziert werden können. Durch Berechnung des Schädelmodulus werden also die zu vergleichenden Schädel gleichgroß gesetzt, und es zeigt sich dann, welche einzelnen Schädelteile groß bzw. klein entwickelt sind.

### β) Indices des Gesichtsschädels

138. **Gesichtsindex** (G. I. nach KOLLMANN, indice jugal, total facial index):

$$= \frac{\text{Gesichtshöhe (47)} \times 100}{\text{Jochbogenbreite (45)}}$$

Einteilung:	hyperleptoprosop	} niedriges Gesichtsskelett	x—79,9
	euryprosop		80,0—84,9
	mesoprosop	} mittelhohes Gesichtsskelett	85,0—89,9
	leptoprosop		90,0—94,9
	hypereuryprosop	} hohes Gesichtsskelett	95,0—x

Ältere Einteilungen:

chamaeprosop	x—90	chamaeprosop	x—74,9	(VIRCHOW)
leptoprosop	über 90	mesoprosop	75,0—89,9	
	(F. V.)	leptoprosop	90,0—x	

$$(G \text{ (I)} = 0,5; G \text{ (I}_1\text{—I}_2) = 1,4 \times G \text{ (I)} = 0,7.$$

138 a. **Varianten** (nach BROCA):

$$= \frac{\text{Gesichtshöhe (47 a)} \times 100}{\text{Jochbogenbreite (45)}}$$

Einteilung:	hypereuryprosop	x—94,9	
	euryprosop	95,0—99,9	
	mesoprosop	100,0—106,9	
	leptoprosop	107,0—111,9	
	hyperleptoprosop	112,0—x	(SAWALISCHIN)

Dieser Index zeigt infolge der sehr verschiedenen Lage des Ophryon große Variabilität.

$$I\ 38\ b. = \frac{\text{Gesichtshöhe (47 b)} \times 100}{\text{Jochbogenbreite (45)}}$$

Einteilung:	hypereuryprosop	x—84,9	
	euryprosop	85,0—89,9	
	mesoprosop	90,0—94,9	
	leptoprosop	95,0—99,9	
	hyperleptoprosop	100,0—x	(SAWALISCHIN)

I 38 (1). Gesichtsinde x (G. I. nach VIRCHOW) (Malarer Gesichtsinde x):

$$= \frac{\text{Gesichtshöhe (47)} \times 100}{\text{Mittelgesichtsweite (46)}}$$

Einteilungen:				
chamaeprosop	x—90	Breitgesichter	105, 1—122,0	
leptoprosop	über 90	Mittelgesichter	122, 1—130,0	
	(F. V.)	Schmalgesichter	130, 1—153,0	(SZOMBATHY)
	hyperchamaeprosop		100,0—110,0	
	chamaeprosop		110,1—120,0	
	orthoprosop		120,1—130,0	
	leptoprosop		130,1—140,0	
	hyperleptoprosop		140,1—150,0	(HOLL)

Der Index ist wenig empfehlenswert.

I 39. Obergesichts-Index (nach KOLLMANN) (jugaler Obergesichts-Index):

$$= \frac{\text{Obergesichtsweite (48)} \times 100}{\text{Jochbogenbreite (45)}}$$

hypereuryen	} niedriges Obergesicht	x—44,9
euryen		45,0—49,9
mesen	} mittelhohes Obergesicht	50,0—54,9
lepten		55,0—59,9
hyperlepten	} hohes Obergesicht	60,0—x

Ältere Einteilung:

chamaeprosop	unter 50	
leptoprosop	über 50	(F. V.)

$$G\ (I) = 0,5; G\ (I_1—I_2) = 1,4 \times G\ (I) = 0,7.$$

I 39 a. Varianten (nach BROCA):

$$= \frac{\text{Obergesichtsweite (48 a)} \times 100}{\text{Jochbogenbreite (45)}}$$

langgesichtig	69,0—x	hypereuryen	x—59,9
mittelgesichtig	66,0—68,9	euryen	60,0—64,9
kurzgesichtig	x—65,9	mesen	65,0—71,9
		lepten	72,0—78,9
		hyperlepten	80,0—x
			(SAWALISCHIN)

Wegen der schwankenden Lage des Ophryon nicht empfehlenswert.

$$I\ 39\ b. = \frac{\text{Obergesichtsweite (48 b)} \times 100}{\text{Jochbogenbreite (45)}}$$

hypereuryen	x—49,9	lepten	60,0—64,9
euryen	50,0—54,9	hyperlepten	65,0—x
mesen	55,0—59,0		(SAWALISCHIN)



I 39 (1). **Obergesichtsindex** (nach VINCOW, malarer Obergesichtsindex):

$$= \frac{\text{Obergesichtshöhe (48)} \times 100}{\text{Mittelgesichtsbreite (46)}}$$

Einteilungen:	chamaeprosopie Obergesichter	x—50	
	leptoprosopie Obergesichter	über 50	(F. V.)
	breite Obergesichter	55,1—72,0	
	mittlere Obergesichter	72,1—77,0	
	schmale Obergesichter	77,1—93,0	(SZOMBATHY)
	hyperchamaeprosop	55,0—65,0	
	chamaeprosop	65,1—75,0	
	leptoprosop	75,1—86,0	
	hyperleptoprosop	85,1—95,0	(HOLL.)

Der Index ist nicht empfehlenswert.

I 40. **Jugomandibular-Index:**

$$= \frac{\text{Winkelbreite des Unterkiefers (66)} \times 100}{\text{Jochbogenbreite (45)}}$$

$$G(I) = 0,8; G(I_1—I_2) = 1,4 \times G(I) = 1,1.$$

I 41. **Jugomolar-Index:**

$$= \frac{\text{Mittelgesichtsbreite (46)} \times 100}{\text{Jochbogenbreite (45)}}$$

I 42. **Orbital-Index:**

$$= \frac{\text{Orbitalhöhe (52)} \times 100}{\text{Orbitalbreite (51)}}$$

chamaekonch (niedrige Orbita)	x—75,9
mesokonch (mittelhohe Orbita)	76,0—84,9
hypsikonch (hohe Orbita)	85,0—x

$$G(I) = 1,6; G(I_1—I_2) = 1,4 \times G(I) = 2,2.$$

I 42 a. Varianten:

$$= \frac{\text{Orbitalhöhe (52)} \times 100}{\text{Orbitalbreite (51 b)}}$$

chamaekonch (eurykonch)	x—80,0
mesokonch (mesoeurykonch)	80,1—85,0
hypsikonch (stenokonch)	85,1—x

(F. V. und v. TÖRÖK)

I 42 b.

$$= \frac{\text{Orbitalhöhe (52)} \times 100}{\text{Orbitalbreite (51 a)}}$$

chamaekonch (platophthalm)	x—82,9
mesokonch (mesophthalm)	83,0—88,9
hypsikonch (hypsophthalm)	89,0—x

(BROCA)

Über den Index cephalorbitalis vergleiche S. 479.

I 42 (1). **Index orbitofacialis transversalis:**

$$= \frac{\text{Orbitalbreite (51)} \times 100}{\text{Jochbogenbreite (45)}}$$

I 42 (2). **Index orbitofacialis verticalis:**

$$= \frac{(\text{Orbitalhöhe (52)}) \times 100}{\text{Obergesichtshöhe (48)}}$$

Die beiden letztgenannten Indices nebeneinander gestellt, eventuell graphisch auf einer Abszisse und Ordinate aufgetragen, geben das Verhältnis der Größe des Orbital-einganges zur Größe des Obergesichts.

I 43. **Jochfeldindex** (n. SARASIN):

$$= \frac{\text{Höhe des Jochfeldes (48 (3 a))} \times 100}{\text{Höhe des Orbitalfeldes (52 (2))}}$$

## I 44. Schädellängen-Orbitaltiefen-Index:

$$= \frac{\text{Orbitaltiefe (53)} \times 100}{\text{Größte Schädellänge (1)}}$$

## I 45. Orbitaltiefen-Index (WEISS):

$$a) = \frac{\text{Orbitaltiefe (53)} \times 100}{\text{Orbitalbreite (51)}}$$

$$b) = \frac{\text{Orbitalbreite (51)} \times \text{Orbitalhöhe (52)} \times 100}{\text{Orbitaltiefe}}$$

(Nach ADACHI, der jedoch statt der genannten Maße, die horizontale Breite und die vertikale Höhe verwendet hat.)

## I 46. Interorbital-Index:

$$a) = \frac{\text{Vordere Interorbitalbreite (50)} \times 100}{\text{Biorbitalbreite (44)}}$$

$$b) = \frac{\text{Hintere Interorbitalbreite (49)} \times 100}{\text{Innere orbitale Gesichtsbreite (43 (1))}}$$

$$G(I) = 0,5; G(I_1 - I_2) = 1,4 \text{ c } G(I) = 0,7.$$

## I 47. Nasomalar-Index:

$$= \frac{\text{Nasomalarbreite (44 (1))} \times 100}{\text{Biorbitalbreite (44)}}$$

Einteilung:	platyopisch	x—107,5	
	mesopisch	107,5—110,0	
	prosopisch	110,0—x	(FLOWER, O. THOMAS)

## I 48. Nasal-Index:

$$= \frac{\text{Nasenbreite (54)} \times 100}{\text{Nasenhöhe (55)}}$$

Einteilung:	leptorrhin (schmalnasig)	x—46,9
	mesorrhin (mittelbreitnasig)	47,0—50,9
	chamaerrhin (breitnasig)	51,0—57,9
	hyperchamaerrhin (sehr breitnasig)	58,0—x

## Ältere Einteilungen:

	leptorrhin (stenorrhin)	x—47,0	
	mesorrhin (mesoeuryrrhin)	47,1—51,0	
	platyrrhin (euryrrhin)	51,1—58,0	
	hyperplatyrrhin	58,1—x	(F. V. und v. TÖRÖK)
	leptorrhin	x—47,9	
	mesorrhin	48,0—52,9	
	platyrrhin	53,0—x	

$$G(I) = 1,2; G(I_1 - I_2) = 1,4 \times G(I) = 1,7.$$

## I 48a. Nasospinaler Nasalindex:

$$= \frac{\text{Nasenbreite} \times 100}{\text{Nasospinale Nasenlänge<sup>1)</sup>}}$$

## I 48b. Nasoalveolarer Nasalindex:

$$= \frac{\text{Nasenbreite} \times 100}{\text{Nasoalveolare Nasenlänge<sup>2)</sup>}}$$

## I 49. Höhen-Breiten-Index der Apertura piriformis:

$$= \frac{\text{Nasenbreite (54)} \times 100}{\text{Höhe der Apertura piriformis (55 (1))}}$$

<sup>1)</sup> Wobei SARASIN unter Nasenlänge (wie auch H. VINCOW, 1912) dasselbe versteht, wie die oben angeführte Nasenhöhe, nämlich vom Nasion zum Nasospinale.

<sup>2)</sup> Das gleiche, nur vom Nasion zur Verbindungsstelle der Margines nasopalveolares auf dem Alveolarfortsatz des Oberkiefers in der Mittellinie (Subspinale).

## 150. Höhenindex des Nasenrückens:

$$= \frac{\text{Länge der Nasenbeine (56)} + \text{Höhe der Apertura (55 (1))} \times 100}{\text{Nasenhöhe (55)}}$$

Springt der knöcherne Nasenrücken über die Linie der Nasenhöhe vor (menschlicher Typus = Stegorrhinie), so wird der Index mit + bezeichnet, tritt er hinter dieser zurück (pithecoide Form = Astegorrhinie), mit — (v. TÖRÖK nimmt statt des Maßes Nr. 55 Nr. 55 a).

150 a. THOMSON und BUXTON (1923) geben noch folgende Berechnung an: Fläche der Apertura piriformis

$$= \frac{\text{Nasenbreite} \times \text{Höhe der Apertura}}{2}$$

zur näheren Kennzeichnung der Apertura.

## 151 (1). Index naso-facialis transversalis:

$$= \frac{\text{Nasenbreite (54)} \times 100}{\text{Jochbogenbreite (45)}}$$

## 151 (2). Index naso-facialis verticalis:

$$= \frac{\text{Höhe der Apertura piriformis (55 (1))} \times 100}{\text{Obergesichtshöhe (48)}}$$

## 152 (1). Transversaler Nasenbein-Index:

$$= \frac{\text{Kleinste Breite der Nasenbeine (57)} \times 100}{\text{Größte Breite der Nasenbeine (57 (1))}}$$

## 152 (2). Sagittaler Nasenbein-Index:

$$= \frac{\text{Länge der Nasenbeine (56)} \times 100}{\text{Bogenlänge der Nasenbeine (56 (1))}}$$

Besonders wichtig bei Affenschädeln.

## 153. Index der Nasenfläche (Nasenfeldindex n. SARASIN):

$$= \frac{\text{Höhe des Nasenfeldes (55 (1))} \times 100}{\text{Höhe des Orbitalfeldes (52 (2))}}$$

## J 54. Maxilloalveolar-Index (Oberkiefer-Index, Palato-Alveolar-Index):

$$= \frac{\text{Maxilloalveolarbreite (61)} \times 100}{\text{Maxilloalveolarlänge (60)}}$$

Einteilung:	dolichuranisch	x—109,9	
	mesuranisch	110,0—114,9	
	brachyuranisch	115,0—x	(TURNER)

$$G(I) = 1,6; G(I_1 - I_2) = 1,4 \times G(I) = 2,2.$$

## 155. Index palatofacialis transversalis:

$$= \frac{\text{Maxilloalveolarbreite (61)} \times 100}{\text{Jochbogenbreite (45)}}$$

## 156. Index palatofacialis longitudinalis:

$$= \frac{\text{Maxilloalveolarlänge (60)} \times 100}{\text{Gesichtslänge (40)}}$$

## 157. Gesichtslängen-Index:

$$= \frac{\text{Obere Gesichtslänge (40 (2))} \times 100}{\text{Wahre Gesichtslänge (40 (1))}}$$

## J 58. Gaumen-Index:

$$= \frac{\text{Gaumenbreite (63)} \times 100}{\text{Gaumenlänge (62)}}$$

Einteilung:	leptostaphylin (schmalgaumig)	x—79,9
	mesostaphylin (mittelbreitgaumig)	80,0—84,9
	brachystaphylin (breitgaumig)	85,0—x



$$G(I) = 1,7; G(I_1-I_2) = 1,4 \times G(I) = 2,4.$$

I 58 a. Variante:

$$= \frac{\text{Gaumenbreite (63)} \times 100}{\text{Gaumenlänge (62 a)}}$$

Einteilung:	leptostyphylin	x—70,9	
	mesostyphylin	71,0—76,9	
	brachystyphylin	77,0—x	(BROCA)

$$\text{I 58 b.} \quad = \frac{\text{Gaumen-Endbreite (63 (1))} \times 100}{\text{Gaumenlänge (62)}}$$

I 59. Gaumenhöhen-Index:

$$= \frac{\text{Gaumen-Höhe (64)} \times 100}{\text{Gaumenbreite (63)}}$$

Einteilung:	chamaestaphylin (niedergaumig)	x—27,9	
	orthostaphylin (mittelhochgaumig)	28,0—39,9	
	hypsiostaphylin (hochgaumig)	40,0—x	(BAUER)

I 60. Kiefer-Index (Alveolar-Index, gnathic index):

$$= \frac{\text{Gesichtslänge (40)} \times 100}{\text{Schädelbasislänge (5)}}$$

Einteilung:	mesognath	98,0—102,9
	orthognath	x— 97,9
	prognath	103,0—x

Der Kieferindex kann nicht als einwandfreies Maß der Kieferentwicklung angesehen werden, weil die Obergesichtshöhe und Oberkieferlänge dabei außer Betracht gelassen ist. Bei gleichem Kieferindex ist ein Schädel mit relativ niederem Gesicht viel prognather als ein solcher mit relativ hohem Gesicht (vgl. auch unter Gesichtswinkel S. 484).

I 61. Gesichtsmodulus:

Zur Bestimmung der Raumgröße des Gesichtsschädels:

$$= \frac{\text{Gesichtslänge (40)} + \text{Jochbogenbreite (45)} + \text{Gesichtshöhe (47)}}{3}$$

Das Volumen berechnet sich dann nach der Formel:

$$\text{Volum} = \left( \frac{\text{Modulus} \times 2337}{1715} \right)^3$$

$$\text{oder} = \left( \frac{\text{GI} + \text{Cb} + \text{Ch}}{3} \times \frac{2337}{1517} \right)^3$$

γ) Indices des Unterkiefers

I 62. Breiten-Längen-Index (Mandibular-Index von THOMSON):

$$= \frac{\text{Länge des Unterkiefers (68)} \times 100}{\text{Kondylenbreite (65)}}$$

Einteilung (nach LINDEGÅRD und SONESSON):

	dolichostenomandibular	x— 97,9
	mesomandibular	98,0—104,9
	brachyeurymandibular	105,0—x

I 62 (1). Höhenindex des Unterkiefers:

$$= \frac{\text{Höhe des Corpus mandibulae im Niveau des II. Molaren (69 (2))} \times 100}{\text{Kinnhöhe (69)}}$$

## I 63. Index des Unterkieferastes:

$$= \frac{\text{Astbreite (71)} \times 100}{\text{Asthöhe (70)}}$$

## I 63 a. Variante:

$$= \frac{\text{Kleinste Astbreite (71 a)} \times 100}{\text{Kleinste Asthöhe (72 (2))}}$$

## I 64. Breiten-Index des Unterkiefers:

$$= \frac{\text{Winkelbreite (66)} \times 100}{\text{Kondylenbreite (65)}}$$

## I 65. Index der Incisura mandibulae:

$$= \frac{\text{Höhe der Incisura (70 (3))} \times 100}{\text{Breite der Incisura (71 (1))}}$$

## I 66. Höhen-Dicken-Index des Corpus mandibulae:

$$= \frac{\text{Dicke des Corpus mandibulae (69 (3))} \times 100}{\text{Höhe des Corpus mandibulae (69 (1))}}$$

## I 67. Zahnbogen-Index:

$$= \frac{\text{Zahnbogenbreite (80 (1))} \times 100}{\text{Zahnbogenlänge (80 a)}}$$

## I 68. Dental-Index:

$$= \frac{\text{Dentallänge (80 (2))} \times 100}{\text{Schädelbasislänge (5)}}$$

Einteilung:	mikrodont	x—41,9	
	mesodont	42,0—43,9	
	megadont	44,0—x	(FLOWER)

## δ) Indices des ganzen Schädels

(Beziehung zwischen Gehirn- und Gesichtsschädel)

## I 69. Longitudinaler Craniofacial-Index:

$$= \frac{\text{Gesichtslänge (40)} \times 100}{\text{Größte Schädelhöhe (1)}}$$

## I 70. Vertikaler Craniofacial-Index:

$$= \frac{\text{Obergesichtshöhe (48)} \times 100}{\text{Ganze Schädelhöhe (18)}}$$

## I 71. Transversaler Craniofacial-Index:

$$= \frac{\text{Jochbogenbreite (45)} \times 100}{\text{Größte Schädelbreite (8)}}$$

$$G(I) = 0,7; G(I_1 - I_2) = 1,4 \times G(I) = 1,0.$$

## I 72. Frontobiorbital-Index:

$$= \frac{\text{Kleinste Stirnbreite (9)} \times 100}{\text{Obergesichtsbreite (43)}}$$

$$G(I) = 0,6; G(I_1 - I_2) = 1,4 \times G(I) = 0,8.$$

## I 73. Jugofrontal-Index:

$$a) = \frac{\text{Kleinste Stirnbreite (9)} \times 100}{\text{Jochbogenbreite (45)}}$$

$$G(I) = 0,5; G(I_1 - I_2) = 1,4 \times G(I) = 0,7.$$

$$b) = \frac{\text{Größte Stirnbreite (10)} \times 100}{\text{Jochbogenbreite (45)}}$$

I 73 c. Variante:

$$= \frac{\text{Stephanienbreite (10b)} \times 100}{\text{Jochbogenbreite (45)}}$$

### ε) Kraniographische Technik (Diagraphentechnik)

Von allen Kurvensystemen, die bis jetzt ausgearbeitet wurden, verdient dasjenige von P. und F. SARASIN den Vorzug, weil es von einer richtigen Orientierung des Schädels ausgeht und den besten Einblick in den Aufbau des Schädels gewährt. Es besteht aus drei Sagittal-, drei Frontal- und vier Horizontalkurven.

Zur Herstellung von Kraniogrammen, d. h. Kurven, die in bestimmten Ebenen um den Schädel gelegt werden müssen, bedient man sich der früher S. 170 ff. beschriebenen Instrumente.

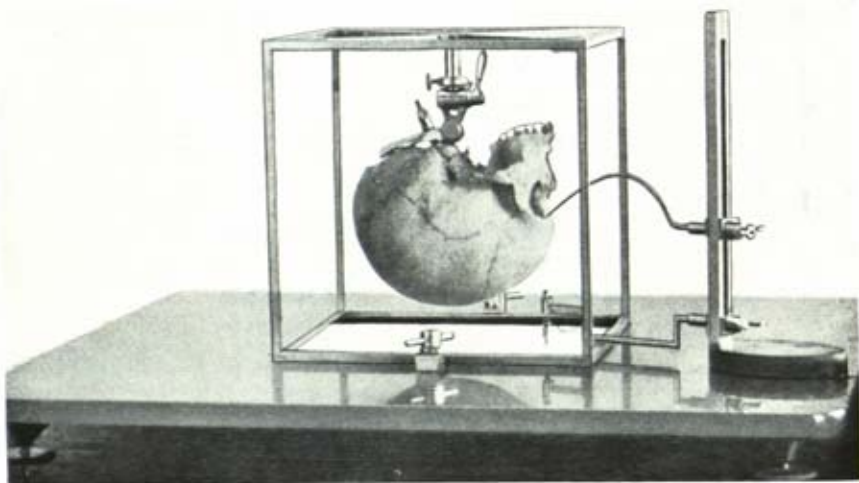


Abb. 243. Schädel, im Kubuskraniothor aufgestellt. Zeichnung der Horizontalkurven.

Man beginne mit der Zeichnung der *Sagittal-Kurven*. Zu diesem Zweck wird zuerst ein Blatt Papier auf die Marmorplatte gelegt und darüber der Kubuskraniothor mit dem vorher eingestellten Schädel in der Weise festgeschraubt, daß die *Norma lateralis dextra* des Schädels nach oben gerichtet ist. Durch den Kubuskraniothor wird zugleich das Papier auf der Platte festgehalten (Abb. 243).

Zuerst zeichnet man die *Mediansagittale*. Man setzt die Nadelspitze des Diagraphen auf einen Punkt dieser Ebene — z. B. das *Nasion* — auf, schraubt den Nadelarm in dieser Höhe fest und notiert sich die an seinem Oberrand befindliche Zahl des senkrechten Diagraphenstabes. Dies geschieht einerseits, um die gezeichnete Kurve durch Neueinstellung auf die gleiche Höhe kontrollieren zu können, andererseits um, wie gleich gezeigt werden wird, die Lage anderer Kurven zu berechnen. Hierauf führt man den Diagraphen am besten von links nach rechts langsam dem Schädel entlang, indem man die Fußplatte mit beiden Händen und mit den Augen die Nadelspitze genau verfolgt. Die letztere darf die Schädeloberfläche nur berühren, aber nicht einkratzen, und sollte immer radiär zur Oberfläche, d. h. möglichst senkrecht auf die Schädelwand gerichtet sein. Wo sich natürliche oder künstliche Unterbrechungen in der Kurve ergeben, wie an der *Apertura piriformis* und am *Foramen magnum*, stelle man den Bleistift in die Höhe, da das Papier sonst leicht beschmutzt wird.

Man achte ferner darauf, daß der Bleistift eine deutliche, wenn auch schwache Linie zeichnet und schärfe ihn daher von Zeit zu Zeit. Alle Stellen, an welchen die Nadelspitze Suturen schneidet oder auf wichtige kraniometrische Punkte (*Bregma*, *Inion* usw.) trifft, werden in dieser Kurve, wie in allen folgenden, durch kleine Bleistiftkreuzchen auf der Zeichnung markiert. Sollte das *Basion* ausnahmsweise nicht gut erreichbar sein, so läßt sich seine Lage leicht durch Konstruktion auf der Zeichnung der *Mediansagittalen* fest-



stellen. Man mißt am Schädel selbst die Distanz Nasion—Basion und Bregma—Basion und trägt dann vom Nasion und Bregma aus mittels eines Reißzeugzirkels die gefundenen Maße ein. Wo sich die beiden Kreisbogen schneiden, liegt das Basion. Die Median-sagittale wird durch eine ausgezogene Linie (—) dargestellt (Abb. 244).

Die zweite Sagittal-Kurve ist die *Augenrandsagittale*. Man stellt die Nadelspitze auf dem am meisten lateral gelegenen Punkt des äußeren (rechten) Orbitalrandes (Ektokonchion) ein und notiert wieder den Höhenstand des oberen Diaphanarmes. Hierauf zeichnet man die Kurve in der eben besprochenen Weise und punktiert die gezogene Linie nach (· · · · ·), um sie von der erstgezeichneten Kurve zu unterscheiden (Abb. 244).

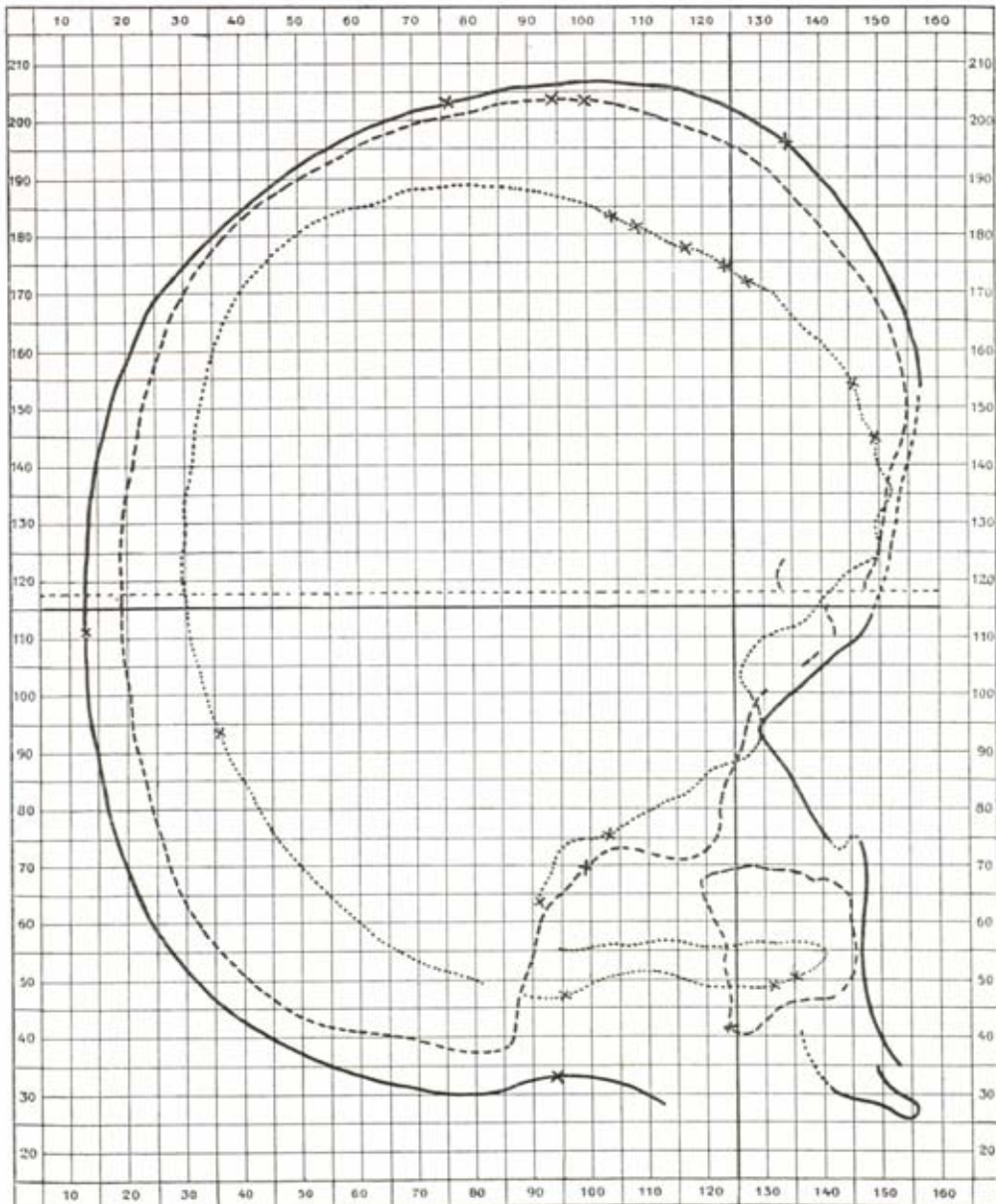


Abb. 244. Sagittalkurven eines weiblichen Senoischädels.  $\frac{1}{4}$  nat. Gr.

Die Lage der nun folgenden Augenmittensagittalen muß berechnet werden. Man stellt zu diesem Zweck die Nadel auf das Dakryon ein, notiert dessen Höhe, addiert die gefundene Zahl zu der Höhe der Augenrandsagittalen und dividiert die Summe durch 2. Stellt man nun den oberen Arm des Diagraphen auf den gefundenen Wert ein, so ist der Diagraph zur Aufnahme der Augenmittensagittalen bereit. Hierauf zeichnet man die Kurve und strichelt die gezogene Linie nach (-----), um sie scharf von den beiden anderen Sagittalen zu unterscheiden.

Die gleiche Strichmanier oder die gleiche Farbe ist stets für dieselben Kurven beizubehalten, weil dadurch der Vergleich mit entsprechenden Kurven anderer Schädel sehr

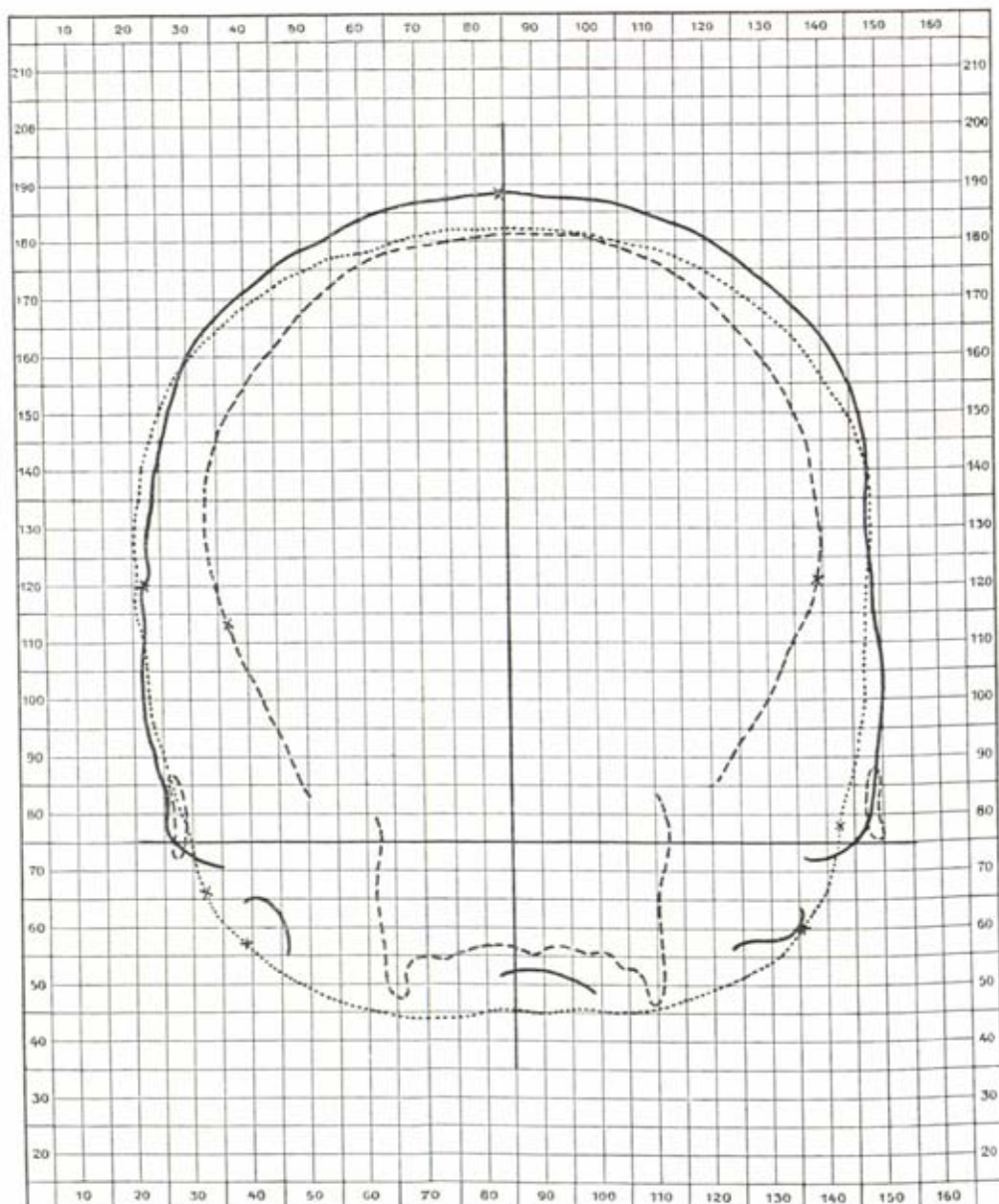


Abb. 245. Frontalkurven eines weiblichen Senoi-Schädels.  $\frac{3}{4}$  nat. Gr.

erleichtert wird. Es ist also stets die Mediansagittale ausgezogen (—) oder braun, die Augenmittensagittale gestrichelt (-----) oder rot, die Augenrandsagittale punktiert (.....) oder blau zu zeichnen.

Bei der Aufnahme der beiden letztgenannten Kurven wird man gelegentlich die Stahlnadel um ihre eigene Achse drehen müssen, teils um Vorsprünge zu umgehen, teils um in Buchten einzudringen. Man wird nach einiger Übung bald jeweils die günstigsten Stellen ausfindig machen. Zuletzt projiziere man Porion und linkes Orbitale mittels des Diagraphen auf das Papier, um später die Ohr-Augen-Ebene und die Ohrvertikale im Kraniogramm eintragen zu können.

Ist dies geschehen, so spannt man den Kubuskraniophor ab, legt ein neues Zeichnungsblatt auf und schraubt ihn von neuem in der Art auf die Platte, daß die Norma frontalis des Schädels nach oben gerichtet ist. In dieser Lage zeichnet man die drei Frontalkurven, und zwar zunächst die Ohrfrontale, die senkrecht zur Ohr-Augen-Ebene und zur Mediansagittalen durch das Porion gelegt wird. Man stellt also die Spitze des oberen Diagraphenarmes auf das eine Porion ein und liest seine Höhe am Diagraphen ab. Hierauf wird die Kurve selbst nach den angegebenen Regeln gezeichnet, sie wird durch eine ausgezogene bzw. braune Linie (—) dargestellt (Abb. 245).

Die zweite Frontalkurve, die sogenannte Vordere Frontale, muß genau in der Mitte zwischen der Ohrfrontalen und dem vordersten Punkt der Glabella über den Vorderschädel geführt werden. Man ermittelt ihre Lage am leichtesten an der Zeichnung der Mediansagittalen, indem man von der Glabella eine Senkrechte auf die Ohr-Augen-Linie fällt und den Abstand des projizierten Punktes vom Ohrpunkt abmißt. Addiert man die Hälfte dieses Wertes zur Höhenlage der Ohrfrontalen hinzu, so kennt man die Einstellung des oberen Diagraphenarmes zur Ausführung der Kurve. Diese Kurve schneidet die beiden Jochbogen und häufig auch den hinteren Abschnitt des harten Gaumens; sie wird gestrichelt (-----) bzw. rot wiedergegeben und gleich nach der Vollendung der Zeichnung entsprechend ausgezogen, um sie von der ersten Kurve zu unterscheiden (Abb. 245).

Die Einstellung des Diagraphen für die dritte Frontalkurve, die sogenannte Hintere Frontale, die genau in der Mitte zwischen der Ohrfrontalen und dem Opisthokranion über den Hinterschädel gezogen werden muß, wird in ganz analoger Weise rechnerisch festgestellt, wie dies für die vordere Frontale beschrieben wurde. Diese Kurve zeigt an der schmalen Stelle, wo die Zange den Schädel faßt, eine kleine Unterbrechung, kann aber nach Beendigung der Zeichnung leicht ergänzt werden. Man ziehe diese Kurve punktiert (.....) bzw. blau aus.

Zum Schluß projiziere man noch die beiden Poria und den Schnittpunkt der Ohrfrontalen mit der Mediansagittalen auf das Zeichenblatt und ziehe, nachdem der Kubus ausgespannt, die Ohrlinie und senkrecht darauf die Mediansagittal-Linie aus (Abb. 245).

Es erübrigt noch die Zeichnung der vier Horizontalkurven, zu welchem Zweck wieder ein neues Blatt unterzulegen und der Kubuskraniophor so aufzuschrauben ist, daß die Norma basilaris des Schädels nach oben, die Norma verticalis nach unten gegen das Zeichenblatt gerichtet ist. Zunächst zeichnet man die Basalkurve, die der Ohr-Augen-Ebene entspricht und zu deren Ausführung man die Spitze der Nadel auf das eine Porion einstellt. Man notiere wiederum die Zahl am Vertikalstab des Diagraphen und ziehe die Kurve ganzlinig (—) oder braun aus (Abb. 246). In gleicher Weise verfährt man bei der Glabellarhorizontalen, zu deren Aufnahme die Nadel auf das Niveau des oberen Orbitalrandes zu verschieben ist. Diese Kurve wird punktiert (.....) oder blau dargestellt. Aus den Zahlen der beiden Kurven berechnet man die Höhe der Augenhöhlenlichtung, und indem man die Hälfte dieses Wertes zur Glabellarkurvenhöhe hinzuaddiert, erhält man die Einstellung des Diagraphen für die Augenmittenhorizontale. Bei dieser Kurve muß die Nadel auch die mediale und laterale Wand der Orbita bestreichen; sie ist gestrichelt (-----) oder rot nachzuziehen (Abb. 245).

Die letzte Kurve, die Scheitelhorizontale, ist in der Mitte des senkrechten Abstandes der Glabellarhorizontalen von dem höchsten Punkt des Scheitels zu ziehen. Die Berechnung für die Einstellung des Diagraphen wird in der bereits wiederholt angegebenen Weise ausgeführt. Die Kurve ist mit einer Strich-Punkt-Linie (- · - · - · -) oder grün darzustellen (Abb. 246).

Zum Schluß projiziere man die beiden Poria und zwei Punkte der Mediansagittalen auf das Zeichenblatt und verbinde die zusammengehörigen Punkte durch gerade Linien.

Damit ist die Kurvenzeichnung des Schädels vollendet. Es ist vorteilhaft, sämtliche drei Kurvensysteme sorgfältig auf Millimeterpapier zu übertragen und in der angegebenen Strichmanier oder mit farbiger Tusche auszuziehen.



Auch die Kurvenzeichnung defekter Schädel (Calva), welche nicht mehr im Kubuskraniophor befestigt werden können, ist möglich, indem man in das mittlere Loch der Marmorplatte den Schädelhalter mit Metallschale befestigt. Die Einstellung solcher Schädel dauert natürlich länger und muß von Zeit zu Zeit kontrolliert werden.

Für den Unterkiefer kommt nur die Mediansagittalkurve in Betracht. Die zu ihrer Zeichnung notwendige Einstellung des Knochens ist S. 298 beschrieben worden. Der Diagramm wird rund um den Knochen herumgeführt. Beispiele solcher Mediandiagramme siehe bei Unterkiefer.

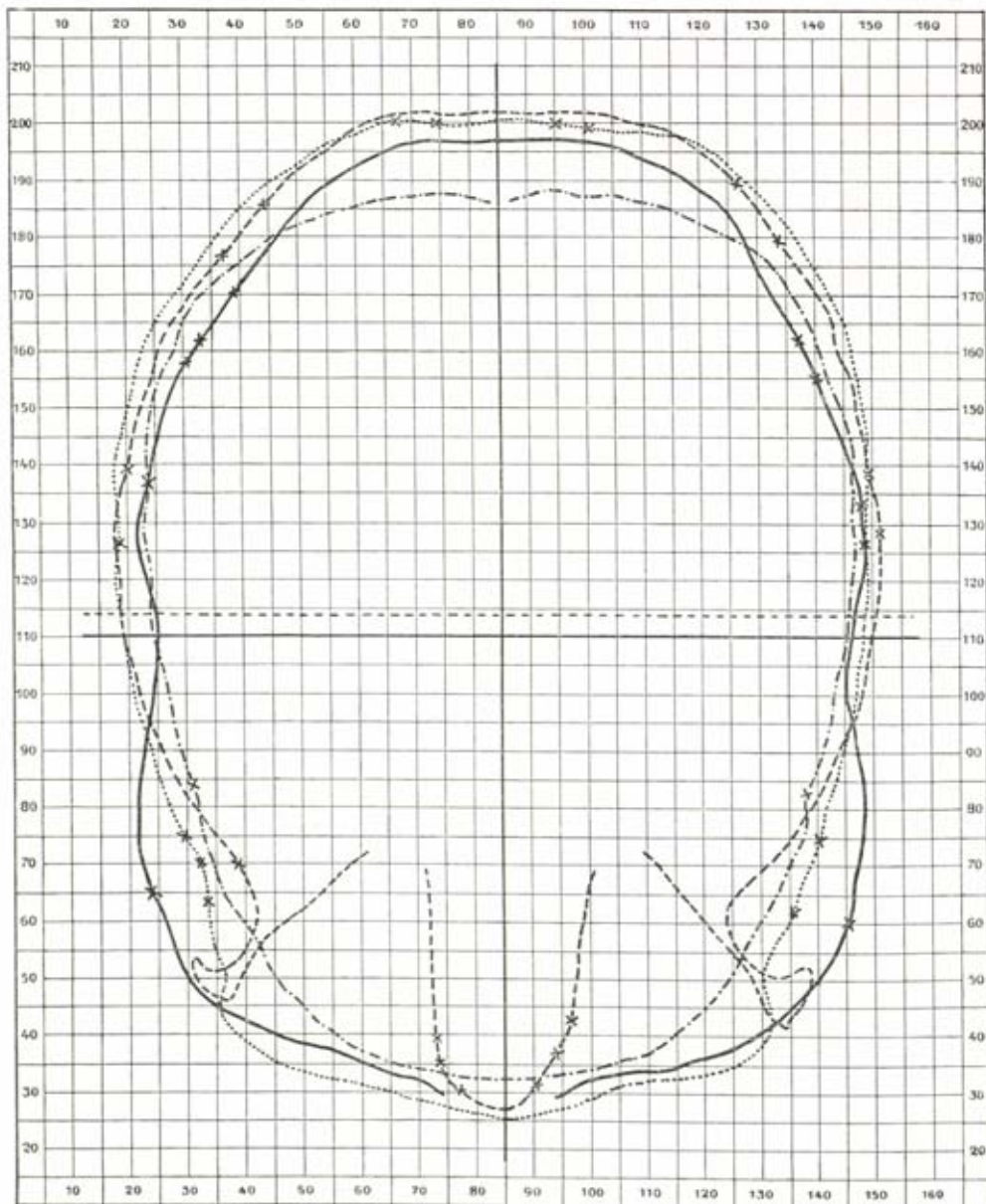


Abb. 246. Horizontalkurven eines weiblichen Senoishädels.  $\frac{3}{4}$  nat. Gr.

Will man entsprechende Kurven verschiedener Schädel miteinander vergleichen, so ist eine genaue Superposition notwendig, was durch Verwendung von dünnem Millimeterpapier sehr erleichtert wird. Oder man zeichne die Kurven auf durchsichtiges Papier und benütze zur Orientierung die eingezeichnete Ohr-Augen-Ebene und Ohrvertikale.

Handelt es sich ferner darum, z. B. die Höhenentwicklung absolut verschieden großer Schädel zu vergleichen, so muß auch die gewählte Basislinie gleichgemacht werden, was durch entsprechende Vergrößerung bzw. Verkleinerung der einen der beiden Schädelkurven mittels des Diptrographen geschehen kann. Erst dann ist eine direkte Vergleichung möglich.

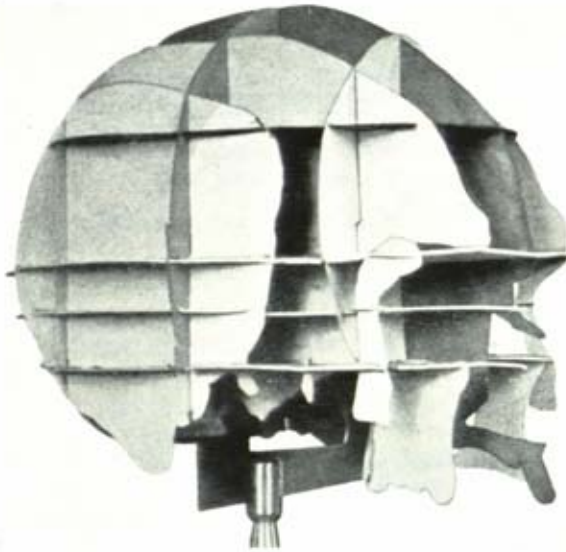


Abb. 247. Rekonstruktion eines Australierschädels nach den gezeichneten Kurven. Diese wurden in Zelluloidplatten ausgeschnitten und entsprechend zusammengesetzt. Halbseitenansicht (nach OPPENHEIM).

Schädelkurven, die nicht an genau orientierten Schädeln mit guten Instrumenten genommen werden, sind irreführend und wertlos. Wie gut aber die beschriebenen Kurven die charakteristische Form des Schädels wiedergeben, lehren Rekonstruktionen, wie die in Abb. 247 reproduzierte. Einzelne wichtige Merkmale des Schädels können überhaupt nur an Hand solcher Kurven richtig beurteilt werden. (Vgl. den kranilogischen Abschnitt, besonders unter Schädelhöhe; Stirnbein und Hinterhaupt.)

Ein genaues Studium der angefertigten Kraniogramme läßt also in ausgezeichneter Weise alle wesentlichen Eigenschaften des Schädelbaues erkennen. Am meisten Aufschluß liefern die Sagittal-Kurven.

So kann man auf der Mediansagittal-Kurve vom Basion aus nach verschiedenen Punkten des Schädelgewölbes Radien ziehen (CUNNINGHAM, TURNER, DUCKWORTH) und daran sowohl die Schuppenhöhen der verschiedenen Deckknochen als auch die Winkel zwischen den einzelnen Radien sowie zahlreiche andere Verhältnisse messen (Abb. 248).

In noch eingehenderer Weise versucht LISSAUER die Gestalt der mediansagittalen Schädelkurve auszudrücken. Seiner Ansicht nach sind es besonders drei Reihen von Winkeln, welche diese Aufgabe erfüllen können. Den Scheitelpunkt der ersten Reihe dieser Winkel verlegt er an das Hormion, von wo aus Radien nach verschiedenen Punkten der Schädelkurve gezogen werden. Die anderen Winkel liegen an der Peripherie und betreffen zum Teil auch die Wölbung der einzelnen Deckknochen des Schädels.

In Weiterführung der Bestrebungen LISSAUERS verbindet KLAATSCH auf dem Diagramm der Mediansagittalen die bekannten kranimetrischen Punkte Glabella, Bregma, Lambda, Inion und Basion durch gerade Linien, wodurch die ganze Fläche in eine Reihe von Kranialvierecken und -dreiecken zerlegt wird, deren Seitenlängen und Winkel sich berechnen lassen (sogenannte „Kraniotrigonometrie“). Alle diese Methoden lassen aber die seitlich von der Medianebene liegenden Bauverhältnisse vollständig außer acht.

Um auch die Längskrümmungen des Schädels in den drei Sagittalebene zu bestimmen, mißt man am Kraniogramm die Höhe und den Winkel bestimmter Punkte über einer Horizontalen (HAMBRUCH, 1907). Ähnlich läßt sich die Seitenkrümmung, d. h. der seitliche Abfall des Schädelgewölbes, zahlenmäßig festlegen, indem man die Kalottenhöhen der drei Sagittalkurven miteinander vergleicht (WAGNER). Noch besser ist es, auf verschiedenen Radien die Abstände der drei Kurven voneinander zu berechnen (SCHLAGINHAUFEN, SCHWERZ), wobei allerdings die durch die Breitenentwicklung der Orbita bedingte Lage der drei Ebenen voneinander zu berücksichtigen ist. Es ist daher wesentlich, zu einer richtigen Deutung der Sagittal-Kurven die Frontal- und Horizontalkurven beizuziehen. Auch an diesen ist die Verwendung von Radien von großem Vorteil.

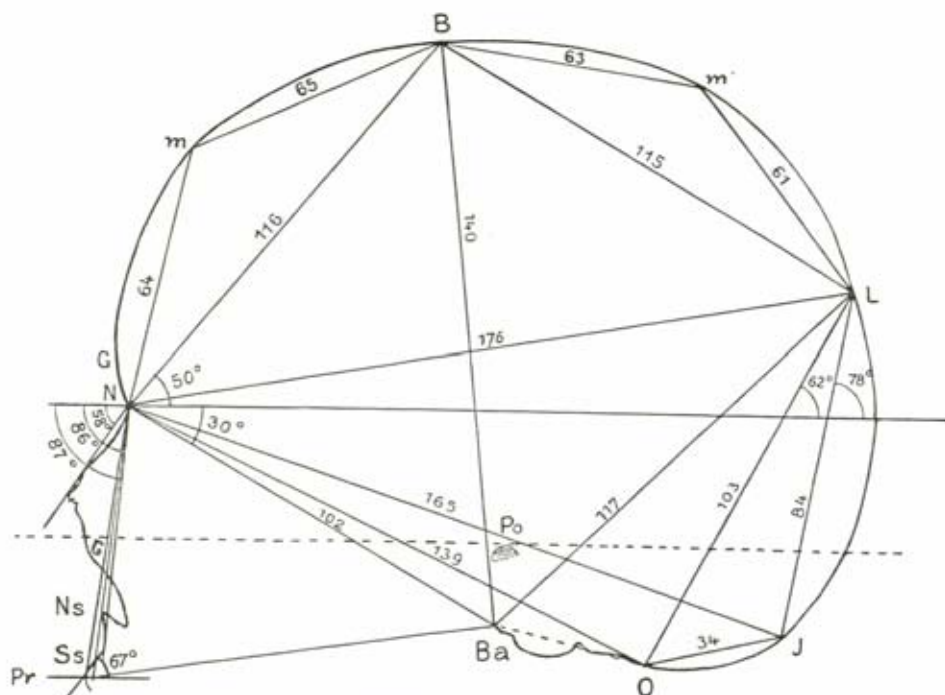


Abb. 248. Rekonstruierter Schädel eines Tirolers aus dem Walsertal (nach WACKER).

Von anderen, zum Teil älteren Methoden, die auf graphischem Wege eine vergleichende Betrachtung des Schädels anstreben, seien hier nur einige erwähnt. So konstruierte WELCKER (1862) sein „Schädelnetz“, das ist eine ebene Projektion des Schädelbildes, bei der er von den Tubera frontalia, den Jochfortsätzen des Stirnbeines und den Warzenfortsätzen ausging und zeigte, daß die Form des Schädels auf ein Polygon zurückgeführt werden kann. WELCKER erblickt in diesem Netz ein abgekürztes Bild des Schädels und eine übersichtliche graphische Darstellung der wichtigsten Schädelmaße. Auch für den Gesichtsschädel können diese „Schädelnetze“ angewandt werden.

RAUBER sucht durch Konstruktion einer Achse der Schädelhöhle einen möglichst kurzen graphischen Ausdruck der Schädelform zu gewinnen. Seine Achse stellt eine gebrochene Linie dar, welche das neurokraniale Rohr von seinem occipitalen Anfang (Mitte des Foramen magnum) bis zum frontalen Ende in der Mitte durchsetzt und seinen Krümmungen in der Mediane folgt. Ferner konstruiert er in ähnlicher Weise wie KLAATSCH zum Studium des Mediansagittalschnittes ein äußeres und inneres Schädelpolygon. Irgend-



welche positive Resultate im Hinblick auf die Differentialdiagnose der menschlichen Rassen haben diese zuletzt genannten Versuche bis jetzt nicht ergeben.

Fehlt die Gelegenheit, Kraniogramme aufzunehmen, so kann man auch nachträglich auf Grund der ausgeführten direkten Messungen die wichtige Mediansagittal-Kurve rekonstruieren. Auf einer Horizontalen (Abb. 248) wird von einem Punkt (Nasion) aus der Nasion-Bregma-Winkel (zur Ohr-Augen-Ebene) und die Frontalsehne abgetragen, wodurch das Bregma bestimmt ist. Das Basion wird mittels des Nasion-Basion-Winkels und der Schädelbasislänge oder der Basion-Bregma-Höhe gefunden. Parietalsehne und Nasion-Lambda-Linie bestimmen das Lambda, Occipitalsehne und Basion-Opisthion-Linie das Opisthion. Zur Zeichnung der Mediansagittal-Kurve in ihren Krümmungsverhältnissen muß man vorher auch die halben Frontal- und Parietalsehnen gemessen haben (Meßpunkt in der Mitte des jeweiligen Bogens liegend, mit dem Bandmaß leicht festzustellen) und trägt nun diese Distanzen auf, wodurch die Wölbung ziemlich sicher festzustellen ist. Das Inion wird durch die Maße Lambda-Inion und Opisthion-Inion oder Nasion-Inion gefunden. Das Porion ist durch die Ohrhöhe gegeben und eine durch diesen Punkt parallel zur Ausgangshorizontalen gelegte Linie ist die Ohr-Augen-Ebene.

Auch das Gesichtspröfil kann rekonstruiert werden, und zwar durch die Maße Nasion-Prosthion, Basion-Prosthion, Nasion-Subspinale und die Profilwinkel (WACKER).

Eine Methode zur Konstruktion der Norma facialis und verticalis, die aber ziemlich kompliziert ist und außerdem die Abnahme vieler und zum Teil wenig gebräuchlicher Maße erfordert, hat PARSONS (1911) vorgeschlagen.

### 1) Kranioskopische Technik

Eine Reihe von Eigentümlichkeiten im Bau des Schädels, die durch die kranimetrischen Methoden leicht festzulegen sind, können mit größerer oder geringerer Genauigkeit auch schon durch einfache Betrachtung erkannt werden; andere Merkmale dagegen sind ausschließlich beschreibender Natur und nur durch Kranioskopie festzustellen.

In die erstere Gruppe gehört vor allem das Studium der allgemeinen Schädelform, wie sie sich in den verschiedenen Normen dem Auge darbietet. Man braucht keine Durchmesser zu nehmen, um in ausgesprochenen Fällen den Schädel, betrachtet in der Norma verticalis, als brachykephal oder dolichocephal zu erkennen. Daß derartige Beobachtungen durch die Herstellung von Kraniogrammen bedeutend an Sicherheit gewinnen, versteht sich von selbst. Da, wie oben ausgeführt, zwei senkrecht aufeinanderstehende Durchmesser nur die allgemeine Ausdehnung, nicht aber die Konturform eines bestimmten Schädelnschnittes geben können, so ist von manchen Seiten die Messung überhaupt verworfen und das ganze Studium des Schädels mehr oder weniger ausschließlich der Kranioskopie zugewiesen worden.

Am bekanntesten ist die sogenannte tassonomische Methode von G. SERGI. Sie geht von der Voraussetzung aus, daß sich jede Schädelkontur, besonders diejenige der Norma verticalis, in eine geometrische Figur einschließen läßt. Zur Feststellung der bestimmten Form markiert man die Endpunkte des größten Längs- und Querdurchmessers am Schädel und orientiert diesen in der Weise, daß man, von oben und etwas von hinten auf ihn blickend, alle vier Punkte sieht; dann kann man schon nach dem Augenschein die Schädelform schätzen (FRASETTO). Erleichtert wird das Verfahren, wenn man mittels des Dioptrographen (nicht freihändig, wie SERGI empfiehlt) eine Kurve der Scheitelansicht, und zwar bei Orientierung in der Ebene des größten Längsdurchmessers, herstellt.

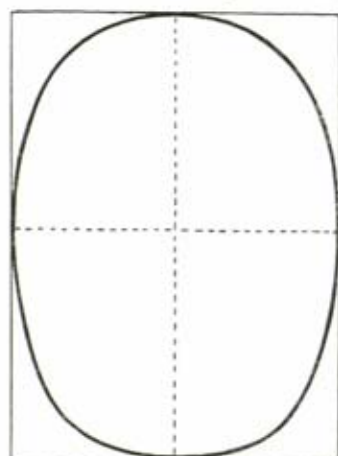
SERGI unterscheidet nach diesem System eine Reihe von Haupttypen (Varietäten), die wieder in Unterformen (Subvarietäten) zerfallen.

Die wichtigsten sind die folgenden (Abb. 249):

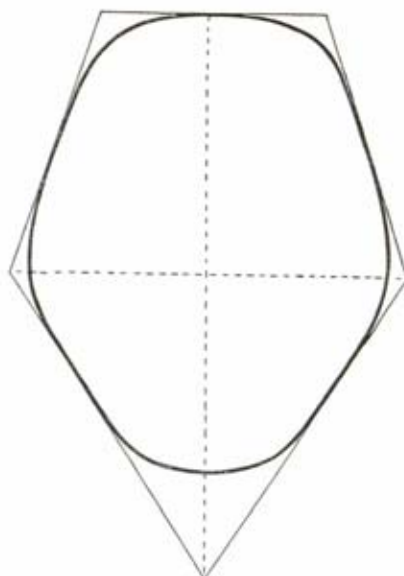
1. Ellipsoides. So wird ein Schädel bezeichnet, dessen Kontur in der Scheitelansicht sich in ein Parallelogramm einschließen läßt und durch große Regelmäßigkeiten ausgezeichnet ist. Die größte Breite liegt etwa in der Mitte. Die Tubera parietalia sind

schwach ausgeprägt, das Hinterhaupt ist gerundet. Je nach der Größe des Längsdurchmessers kann man Brachy-Ellipsoides und Dolicho-Ellipsoides trennen.

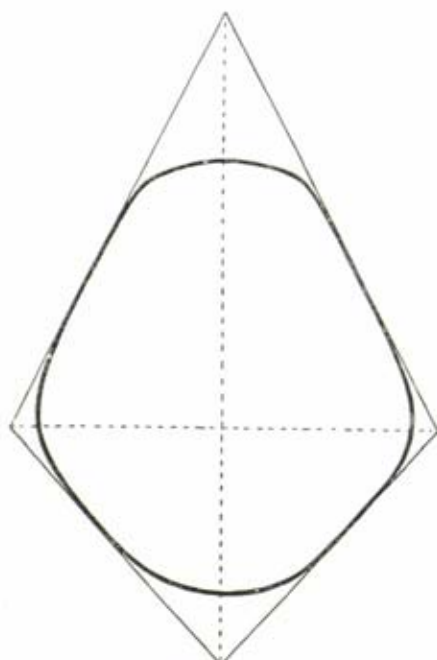
2. *Pentagonoides*. Entspricht einer Schädelform, die von einem Fünfeck mit ungleichen, aber symmetrischen Seiten umschlossen wird. Die Kontur ist natürlich in den Ecken der Figur gerundet, besonders an der Hinterhauptsschuppe. Die Parietalhöcker springen deutlich vor, und von hier aus zeigt die seitliche Kontur sowohl gegen das Frontale wie gegen das Occipitale zu eine allmähliche, aber deutliche Verschmälerung. Je nachdem die Ecken mehr abgerundet oder scharf sind, unterscheidet man einen *P. acutus* oder *obtusus*. Der *Pentagonoides* steht der embryonalen Schädelform am nächsten.



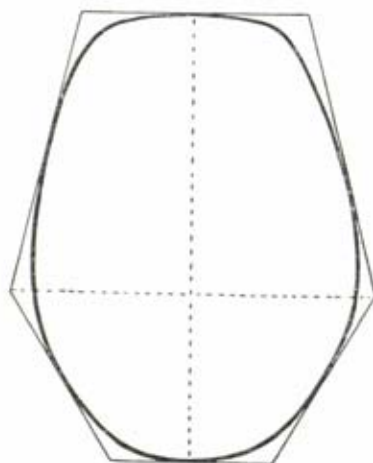
Pentagonoides



Ellipsoides



Rhomboides



Ovoides

3. *Rhomboides*. Zeigt die Stirnregion eine ähnlich starke Verschmälerung wie die Hinterhauptregion des *Pentagonoides*, so fällt die fünfte Seite weg und die Kontur paßt sich einem Rhombus an. Bei dieser Schädelform ist also die Stirn schmal, besonders im Hinblick auf die Breitenentwicklung in der Parietalgegend, und die Scheitelhöcker sind sehr deutlich und vorspringend.

4. *Ovoides*. Liegt die größte Breite des Schädels ziemlich weit nach hinten, auf den Parietalia, und sind Hinterhaupt und Stirn etwas abgestumpft wie die Spitzen eines Eies, so kann die Kontur von einem Sechseck umschlossen werden. Da deutliche Ecken, d. h. Vorwölbungen fehlen, liegt ein Vergleich mit der Eiform am nächsten. Die größte Breite findet sich im hinteren Drittel.

5. *Sphenoides*. Repräsentiert eine keilförmige Schädelkontur, die eine weit zurückliegende parietale Ausladung und eine allmähliche Verschmälerung gegen die Stirnregion zeigt. Je nach der Länge des Schädels und der Lage der größten Breite werden verschiedene Unterformen (*Sph. rotundus*, *latus*, *oblongus* usw.) unterschieden.

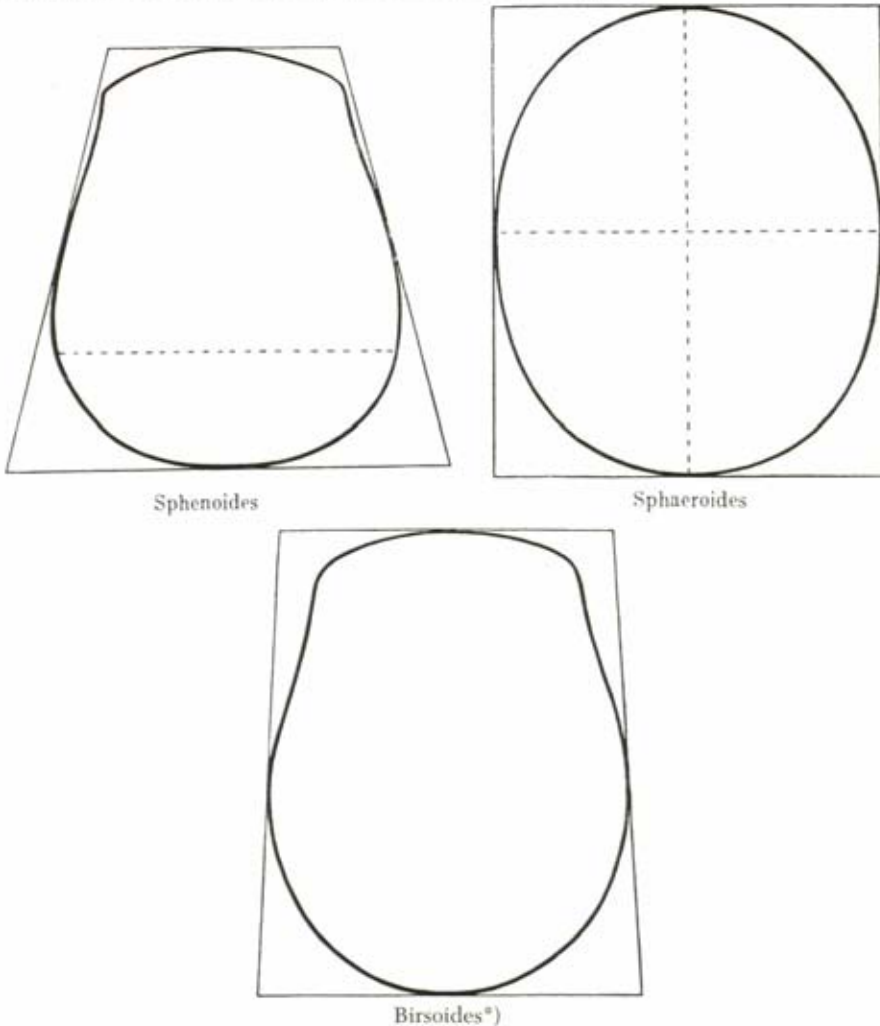


Abb. 249. Kranioskopische Typen (nach SERGI).

\*) Die richtige Bezeichnung ist „Birsoides“ (börsenförmig), nicht „Brisoides“, wie durch einen Druckfehler aus den vorhergehenden Auflagen des Lehrbuchs in die Literatur eingegangen ist.



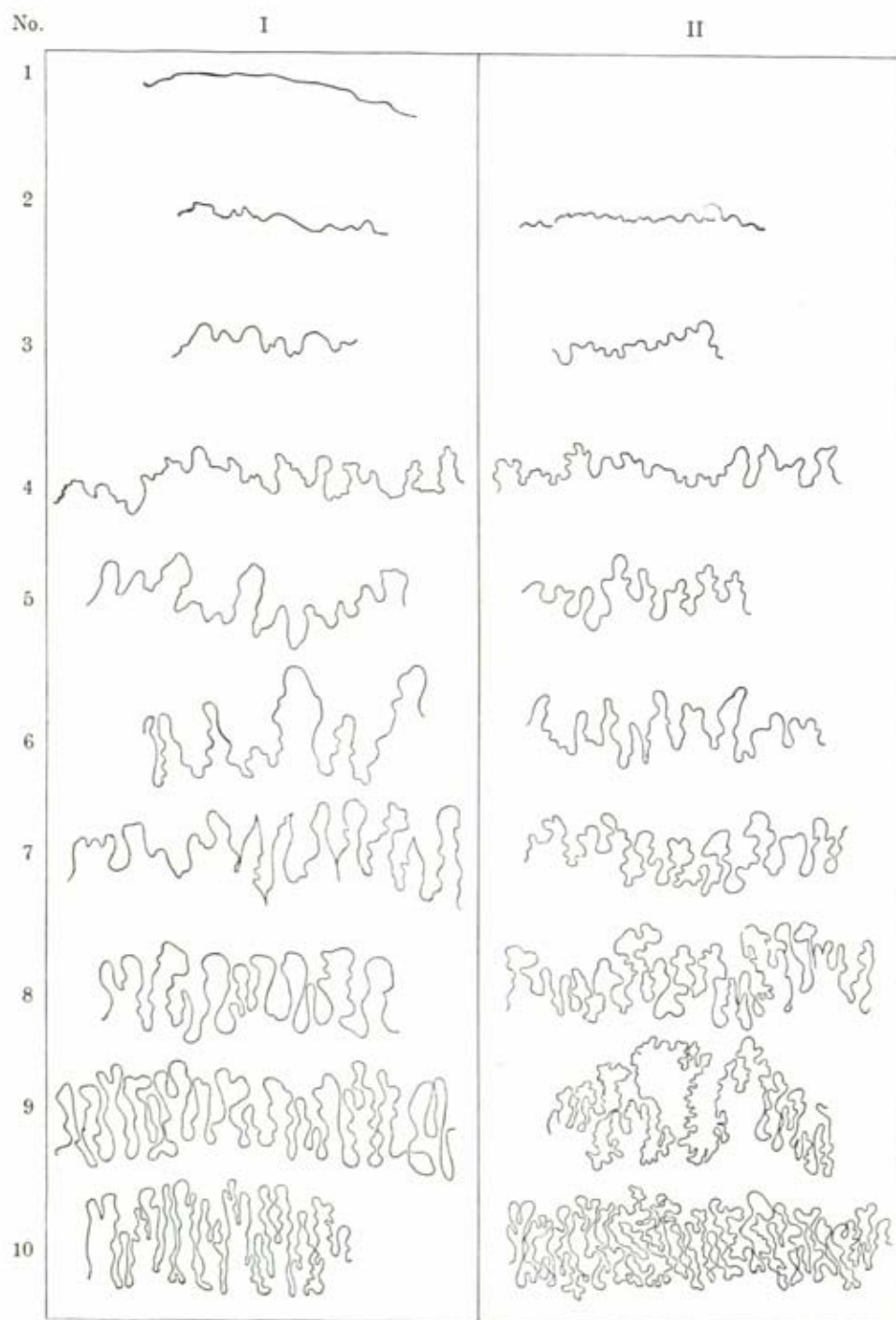


Abb. 250.

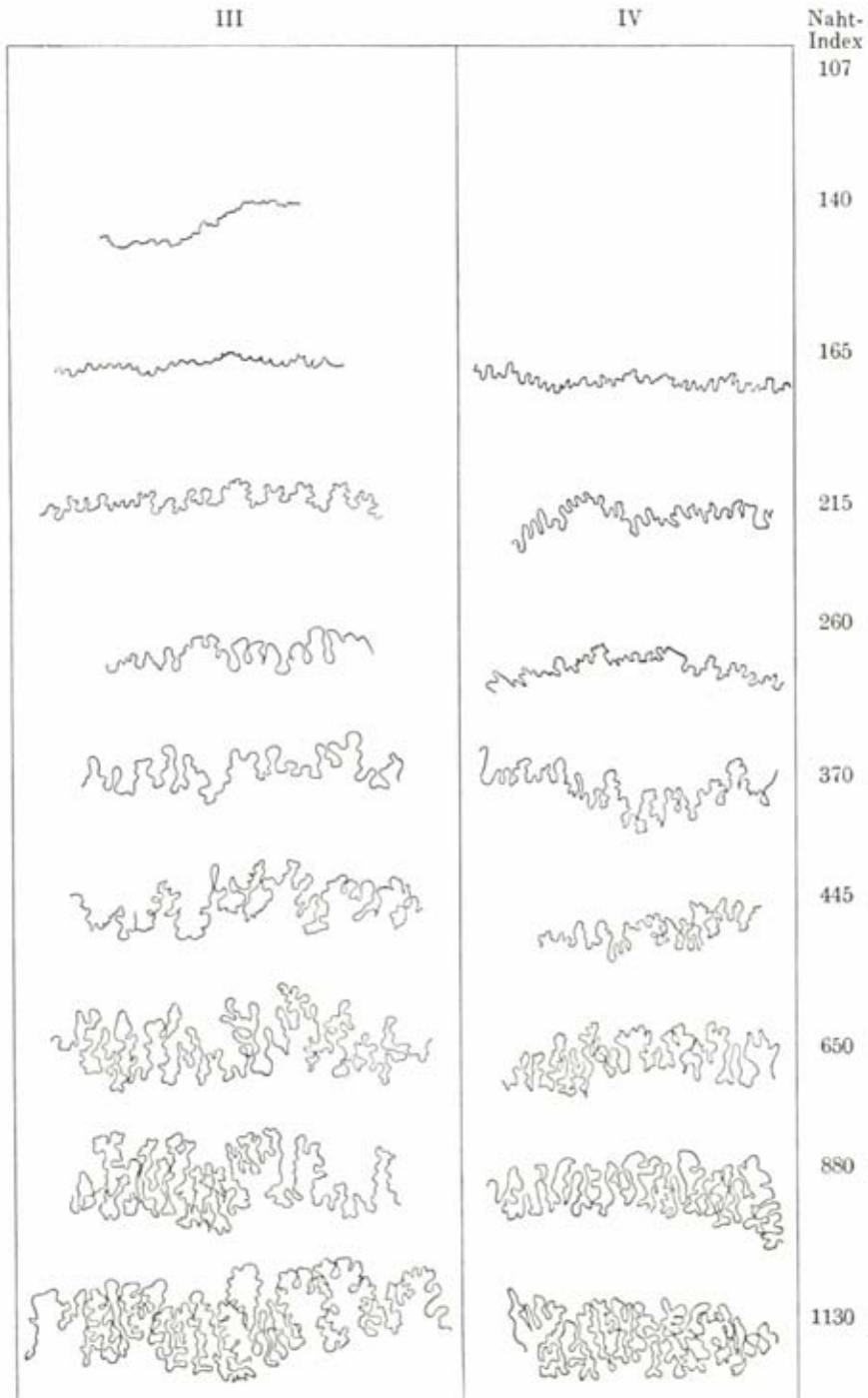


Abb. 250. Nahtschema (nach OPPENHEIM). Die römischen Ziffern (I—IV) bezeichnen die Nahtform, die arabischen (1—10) die Nahtexkursion.

6. **Sphaeroides**. Diese Form ist charakterisiert durch eine Rundung in der Frontal-, Parietal- und Occipitalregion und im unteren Abschnitt des Os occipitale. Die so gestalteten Schädel sind relativ breit und kurz mit breiter Stirn. Die geringere Länge ist daher das wesentliche Unterscheidungsmerkmal gegenüber dem Ellipsoides.

7. **Birsoides**. Ist eigentlich eine Unterform des Ovoides, unterscheidet sich aber von dem letzteren besonders durch den Verlauf der Seitenkontur, die zwischen größter Breite und kleinster Stirnbreite nicht konvex, sondern konkav gestaltet ist. Erst im vordersten Abschnitt der Stirn findet wieder eine Ausweitung statt.

Dieses sind die wesentlichen Formen, die sich mit einiger Genauigkeit eindeutig festlegen lassen, obwohl man manchmal im Zweifel sein wird, welcher Form ein Schädel zuzuweisen ist. Es bleibt eben dem subjektiven Empfinden immer ein großer Spielraum, denn man kann öfters um ein und denselben Schädelumriß zwei oder drei verschiedene SERGISCHE Typenkonturen zeichnen. Ganz falsch ist es aber, die Form eines dreidimensionalen Körpers, wie des Schädels aus der planimetrischen Umrißfigur einer einzigen Norm zu bestimmen, und darum hat SERGI auch nachträglich noch die Kombination der Kontur der Norma verticalis mit anderen Normenumrissen eingeführt.

So unterscheidet SERGI jetzt 9 Haupttypen mit 44 Unterarten und ungefähr 17 Varietäten. Viele dieser Varietäten sind seiner Ansicht nach Überbleibsel fetaler Bildung. Ellipsoides wird als die vollendetste Schädelform erklärt, die sich niemals auf eine kurze Hauptform zurückführen läßt.

Nach SERGI und seiner Schule (ARDU-ONNIS, FRASETTO, MINGAZZINI, MOSCHEN, TEDESCH, VRAM u. a.) entsprechen diese verschiedenen Schädelformen nun aber ebensovielen menschlichen Arten, Unterarten und Varietäten, eine Behauptung, für die ein strikter Beweis durchaus fehlt. Denn ganz abgesehen von den zahlreichen Grenzformen kommen Formen wie der Pentagonoides und der Ellipsoides in so weiter Verbreitung und bei Menschengruppen, die sich durch eine Reihe anderer Merkmale prinzipiell unterscheiden, vor, daß es nicht angeht, nur auf Grund der Ähnlichkeit der Schädelkontur und einiger damit zusammenhängender Merkmale einen genetischen Zusammenhang zu postulieren. Auch ist die Aufstellung der einzelnen Formen ja außerdem rein willkürlich und durch keinerlei biologische Gesichtspunkte begründet. Nichtsdestoweniger empfiehlt es sich, die SERGISCHE Terminologie zur Bezeichnung der Schädelkonturen in der Norma verticalis und eventuell auch lateralis zu verwenden, weil der einzelne Terminus eine längere Beschreibung zu ersetzen imstande ist.

Bei der Norma lateralis achte man vor allem auf den Verlauf der Stirn- und der Hinterhauptskurve in der Mediansagittal-Ebene.

Ebenso wichtig ist aber auch eine kurze Beschreibung der Schädelkontur in der Norma occipitalis.

Je nach dem Verhalten der Kontur im Gebiet der Parietalia und je nach der Höhenlage der größten Breite kann man vier Formen unterscheiden (HABERER):

1. Die **Keilform**: Größte Breite im Niveau der Tubera parietalia bei besonders geringer Auricularbreite. Die Form ist für den Neugeborenen typisch.

2. Die **Bombenform**: Größte Breite tiefer zwischen Tubera parietalia und Sutura squamosa bei vermehrter, aber doch noch geringer Auricularbreite. Charakteristische Form des kindlichen Schädels, die aber auch bei Erwachsenen, besonders bei der Frau, selbst bei größter Auricularbreite, vorkommen kann.

3. Die **Hausform**: Größte Breite tief, meist auf der Schläfenschuppe bei mehr oder weniger senkrecht abfallenden Seitenwänden.

Zwischen 2 und 3 kommen zahlreiche Übergänge vor.

4. Die **Zeltform**: Die größte Breite fällt mit der Auricularbreite zusammen. Typisch für den Schädel erwachsener Affen; jugendliche Simiiden dagegen zeigen die Bombenform.

In der Norma frontalis wird man besonders die Höhe der Stirn und die allgemeine Konfiguration des Gesichtsschädels, die allerdings nur durch eine Anzahl von Maßen exakt festgestellt werden kann, beachten.

Über pathologische und künstlich veränderte Schädelformen sowie über Schädel-symmetrien vergleiche den kranziologischen Teil.

Für die Schädel als Ganzes kommt neben der Schilderung der allgemeinen Konturen noch das Studium der Schädelnähte in Betracht.

Zur Feststellung des Nahtcharakters des Schädels bedient man sich am besten des OFFENHEIMSCHEM Nahtschemas (Abb. 250), in welchem die Nähte in vier For-



men, je nach der Größe der Nahtexkursion, in steigender Komplikation angeordnet sind.

Der Nahtcharakter muß für jedes Nahtstück (siehe S. 510/511) gesondert durch zwei Zahlen, von denen die erste (die römische) die Form, die zweite (die arabische) die Nahtexkursion angibt, bezeichnet werden. Die Reihenfolge der einzelnen Nahtstücke ist im Abschnitt *Kraniologie* angegeben. Beispiel für die *Sutura coronalis*: I 2, III 5, II 3.

Noch genauer ist es, für jedes Nahtstück selbst den Nahtindex zu bestimmen. Zu diesem Zweck mißt man zunächst die Bogenlänge des zu untersuchenden Nahtstückes mittels Bandmaß. Ferner umfährt man alle Zacken und Schlingen dieses Nahtstückes mit einem angefeuchteten dünnen Seidenfaden, hebt ihn ab, streckt ihn und bestimmt seine Länge am Maßstab. Der Index wird berechnet:

$$= \frac{\text{Fadenlänge} \times 100}{\text{Bogenlänge}}$$

Je höher der Index, um so komplizierter die Naht.

Auch der Grad der Nahtobliteration wird am besten durch ein Schema bestimmt, das 5 Stufen unterscheidet (Abb. 251).

Jede Naht muß für sich beobachtet und der Grad der Nahtobliteration für jedes einzelne Nahtstück notiert werden, da eine Naht nie in allen ihren Abschnitten gleichzeitig oblitiert. Das Schema Fig. 308 ist sowohl für die Außen- als für die Innenflächen des Schädels verwendbar.

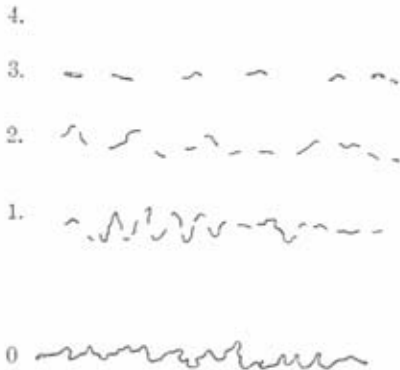


Abb. 251. Schema der Nahtobliteration (nach BROCA). 0 Naht nicht verwachsen; 1 weniger als halb verwachsen; 2 halb verwachsen; 3 mehr als halb verwachsen; 4 ganz verwachsen.

Eine zweite Gruppe der deskriptiven Schädelmerkmale, welche die einzelnen Schädelknochen betrifft, ist von ganz besonderem Wert für die *Kraniologie* und mit Unrecht lange in ihrer Bedeutung unterschätzt worden. So mag gelegentlich bei einzelnen Individuen heterogener Gruppen eine annähernde Übereinstimmung in einigen Indices vorkommen, während doch gewissen Formbildungen, z. B. des Stirnbeins oder einzelner Teile des Gesichts sofort die Nichtzusammengehörigkeit dartun. Es ist daher notwendig, jeden Schädel auf diese Merkmale hin zu beobachten. Die im *kraniologischen* Abschnitt abgedruckten Schemata werden die Untersuchungen wesentlich erleichtern. Für viele deskriptive Merkmale ist es aber weder möglich noch lohnend, Schemata aufzustellen, so z. B. für die Ausbildung der *Tubera frontalia* und *parietalia*. Es genügt hier in der Regel, 5 Stufen zu unterscheiden: 0 fehlend, 1 schwach, 2 mittel, 3 stark erhoben, und 4 stark entwickelt. Feinere Unterscheidungen täuschen nur eine Genauigkeit vor, die doch nicht durchführbar ist.

An dieser Stelle sollen nur die hauptsächlichsten Merkmale, auf die bei der *kraniologischen* Untersuchung zu achten ist, kurz aufgezählt werden. Ihre Erklärungen finden sich in den betreffenden Kapiteln der *Kraniologie*.

### 1. Hinterhauptbein.

Zur kurzen Charakteristik der an der Schuppe des Os occipitale vorkommenden Nahtvariationen bediene man sich des später abgebildeten Schemas, das in römischen Ziffern die Knochenzentren angibt. Die zusammen verschmolzenen Zentren werden jeweils durch eckige Klammern zusammengefaßt (BARTELS).

Beispiele:

links	[II b—III—III—II b]	rechts	=	wahres Inkabein,
..	[II b] [III—III] [II b]	..	=	dreigeteiltes Inkabein, seitliche Nähte,
..	[II b] [III] [III—II b]	..	=	dreigeteiltes Inkabein bei erhaltener medialer Naht,
..	[II b] [III] [III] [II b]	..	=	viergeteiltes Inkabein,
..	[II b—III]	..	=	geteiltes Inkabein, nur linke Hälfte erhalten.

Man notiere ferner die Reste der Sutura mendosa, ihre Länge und Form.

Das Muskelrelief der Occipitalschuppe zeigt im ganzen wie in seinen einzelnen Teilen eine individuell sehr variierende Ausbildung. Die Entwicklung der Protuberantia occipitalis externa wird am besten in der Norma lateralis nach dem Schema BROCA's bestimmt. Des weiteren notiere man die Ausprägung der Lineae nuchae superiores und supremae, das Auftreten eines Torus occipitalis transversus, einer Fossa supraoralis und eventuell eines Processus retromastoideus.

An der Unterfläche des Knochens sind zu beachten:

Größe und Form des Foramen magnum,  
Auftreten eines Condylus III oder anderer Exostosen am Vorderrand des For. magnum,  
Form, Richtung und Größe des Condylus occipitalis,  
Foramen hypoglossi, einfach oder durch Knochenbrücken geteilt,  
Processus paracondyloideus und Fossa pharyngea.

### 2. Scheitelbein.

Die auffälligsten kranioskopischen Merkmale des Os parietale sind:

Die Ausbildung der Tubera parietalia.

Das Verhalten der Foramina parietalia. Diese können sowohl auf einer oder auf beiden Seiten fehlen, als auch in extremer Form entwickelt sein.

Mehr oder weniger tiefe Depressionen seitlich von der Sagittalnaht, oder nur im hinteren Abschnitt derselben (Depressio praelambdaidea).

Os parietale bipartitum. Richtung und Verlauf der Naht sind genau anzugeben. Man vermerke auch eventuell auftretende Randspalten.

### 3. Stirnbein.

Die Krümmungs- und Neigungsverhältnisse des Stirnbeins können nur ungenau durch Kranioskopie festgestellt werden; hier sind direkte Messungen am Objekt selbst oder an Kranioogrammen notwendig. Dagegen kann man sich zur Beurteilung der horizontalen Glabellarprojektion eines Schemas, das 6 Stufen der Ausbildung enthält, bedienen. In diesem Schema ist auf die vertikale Höhenlage der Glabella keine Rücksicht genommen. Nr. 1 entspricht einer absoluten Flachlage der Glabella, Nr. 4 der starken Vorwölbung, wie sie für Homo neandertalensis charakteristisch ist. Es können natürlich auch Zwischenstufen zwischen den einzelnen Nummern angenommen werden. Man beachte, daß das Schema nur die Wölbung der Glabella in der Mediansagittal-Ebene angibt und daß daher bei der Beurteilung die Ausbildung der Superciliarregion (Arcus superciliaris) ganz außer acht zu lassen ist. Diese letztgenannten Bildungen sind für sich einer besonderen Betrachtung und Beschreibung zu unterziehen.

Man beachte ferner:

Die Ausbildung der Stirnhöcker,

Nahtvariationen: Stirnnaht, supranasaler Nahtrest,

Fontanella metopica und Bregmaknochen,

Torus sagittalis ossis frontis.

### 4. Schläfenbein und Schläfengrube.

Wichtig sind besonders die Variationen der Pteriongegend. Man beachte stets beide Seiten des Schädels und unterscheide einen Processus frontalis ossis temporis, einen Processus temporalis ossis frontis oder ein Os epiptericum (Größenausdehnung); ferner können vorkommen:

Stenokrotaphie (Länge der Sutura sphenoparietalis) und ein verschieden tiefer Sulcus sphenoparietalis (S. SYLVII externus).

Man wende sein Augenmerk außerdem auf die folgenden Punkte:

Verlauf der Schuppennaht,  
Crista supramastoidea,  
Fissura mastoidea squamosa,  
Processus paramastoideus,  
Form des Porus acusticus externus und Exostosen des Tympanicum,  
Form der Fossa mandibularis,  
Richtung und Verlauf des Jochfortsatzes.

Ein annäherndes Urteil über die Größe des Processus mastoideus bildet man sich durch Vergleich vieler Schädel beiderlei Geschlechts miteinander. BROCA empfiehlt, den Schädel mit seiner Basis auf eine Tischfläche aufzulegen und zu beobachten, wie weit der Processus mastoideus nach abwärts reicht, d. h. auf welchen Teilen des Hinterhaupts der Schädel aufliegt.

Auch am Gesichtsschädel lassen sich eine Reihe kranioskopischer Beobachtungen anstellen.

### 1. Oberkiefer.

Persistenz des Zwischenkiefers, vollständig oder nur Nahtreste, Incisura incisiva,  
Tiefe der Fossa canina,  
Form des Zahnbogens: paraboloid, U-förmig, ellipsoid,  
Höhenentwicklung des Gaumens,  
Form der Sutura palatina transversa,  
Torus palatinus sagittalis,  
Ausbildung der Spina nasalis posterior.

### 2. Knöcherne Nase.

Form, Größe und gegenseitige Stellung der Nasalia,  
Verkümmerung und Verwachsung derselben, Krümmung in der Mediansagittal-Ebene:  
a. vertieft, b. gerade, c. gebogen,  
Form der Apertura piriformis,  
Verhalten des Unterrandes der Apertura piriformis: 1. infantile Form, 2. Fossa prae-nasalis, 3. typisch anthropine Form, 4. Sulcus prae-nasalis. Die Ausbildung der Spina nasalis anterior ist nach dem BROCASchen Schema zu beurteilen.

### 3. Jochbein und Jochbogen.

Os malare bipartitum, hintere und vordere Ritzen,  
Arcus infrajugalis. Bei Jochbeinteilungen ist der Verlauf der Nähte genau zu beschreiben,  
Sutura infraorbitalis,  
Processus marginalis.

Das Vorstehen oder Zurücktreten der Jochbogen über oder hinter die Gehirnschädelkontur der Norma verticalis wird beurteilt, indem man den Schädel bei senkrechter Ohr-Augen-Ebene, mit der Norma verticalis gegen sich gekehrt, so vor sich hält, daß das eine Auge (das andere ist zu schließen) genau gegenüber dem Bregma steht. Nach BUSKS Vorgang unterscheidet man Phaenozylie = Schädel mit sichtbaren Jochbogen, und Kryptozygie = Schädel mit unsichtbaren Jochbogen. Das Merkmal kann auch durch Anlegen eines Lineals an Jochbogen und Coronalnaht festgestellt werden. Neigt sich das Lineal bei richtiger Haltung des Schädels (Mediansagittal-Ebene senkrecht) nach oben und innen, so liegt Phaenozylie vor, im umgekehrten Fall Kryptozygie. Steht das Lineal senkrecht, d. h. genau parallel zur Mediansagittal-Ebene, so spricht man auch von Orthozygie.

### 4. Orbita.

Form der Orbitalränder, Neigung der Orbita,  
Ausbildung des Tränenbeins (Größe, Form) und der Lamina papyracea,  
Vorkommen von Cribra orbitalia.

### 5. Unterkiefer.

Ausbildung des Kinnes, Tubercula mentalia,  
Innenrelief der Kinnplatte, Spina mentalis interna,  
Form der Kieferwinkel,  
Form und Ausbildung des Processus coronoideus und condyloideus.

### 6. Zähne.

Über die Beobachtung des Gebisses vergleiche man die Somatoskopie S. 413 ff. Man beachte besonders das Auftreten eines dritten Molaren von vorn nach hinten, das Ver-



halten der  $I_2$  und die Artikulationsformen des Bisses (S. 414). Eingehendere Studien haben die Höckerformeln, die überzähligen Höcker, die Schmelzrunzeln, Zahl und Form der Wurzeln usw. zu berücksichtigen.

## Literatur

- AERAHAM, P., 1926: Abrégé d'une méthode pour l'étude de la figure humaine. Bull. Soc. Etud. Form. hum. 4, 145.
- ADACHI, B., 1904: Die Orbita und die Hauptmasse des Schädels der Japaner und die Methode der Orbitalmessung. Zschr. Morph. Anthropol. 7, 379.
- ANTONELLI, G., 1920: Ricerche sulla posizione del piano mandibolare del Klaatsch rispetto ai piani di orientamento del cranio. Arch. Anthropol. 53, 157.
- ASHLEY-MONTAGU, M. F., 1927: A proposal for a new base-line for use in craniometric investigations. Man 27, 189.
- BARGE, J. A. J., 1924: De methoden der physische anthropologie. Ned. Tijdschr. Geneesk. 1, 10.
- DE BARROS E CUNHA, J. G., 1938: O valor dos métodos indirectos de calcular a capacidade craniana. Arq. anat. 19, 589.
- BERGMANN, R. A. M., 1953: Nieuwer leven in de craniometrie. Ned. Tijdschr. Geneesk. 97, 1052.
- BLUNTSCHLI, H., 1931: Schädelmessung. In: Handwörterbuch. ges. Zahnheilk. 4, 2610. Barth, Leipzig, und Meussner, Berlin.
- BOAS, F., 1905: The horizontal plane of the skull and the general problem of the comparison of variable forms. Science 21, 862.
- 1940: Age changes and secular changes in anthropometric measurements. Amer. J. Physic. Anthropol. 26, 63.
- BREITINGER, E., 1936: Zur Messung der Schädelkapazität mit Senfkörnern. Anthropol. Anz. 13, 140.
- 1937: Zur Messung der Ohrhöhe am Schädel (Verwendung des Parallelometers). Anthropol. Anz. 14, 275.
- 1953: La misurazione della capacità cranica. S. A. S. 1953, Nr. 27, 28.
- BROCA, P., 1873: Nouvelles recherches sur le plan horizontal de la tête et sur le degré d'inclinaison de divers plans crâniens. Bull. Soc. Anthropol. Paris 8, 542.
- 1873: Sur la mensuration de la capacité du crâne. Bull. Soc. Anthropol. Paris 1, 63.
- 1874: Sur la valeur des divers angles faciaux et sur un nouveau goniomètre facial appelé le goniomètre facial median. Bull. Soc. Anthropol. Paris 9, 358.
- 1874: Cubage des crânes. Revision et correction des résultats stéréométriques, publiés avant 1874. Bull. Soc. Anthropol. Paris 9, 563.
- 1875: Instructions craniologiques et craniométriques. Notions complémentaires sur l'ostéologie du crâne. Détermination et dénomination nouvelles de certains points de repère. Nomenclature crâniologique. Bull. Soc. Anthropol. Paris 2, 1.
- BUXTON, L. H. D., and MORANT, G. M., 1933: The essential craniological technique. J. Anthropol. Inst. London 63, 19.
- CAMERON, J., 1920: A new craniometric method. Amer. J. Physic. Anthropol. 3.
- 1925: Craniometric studies. Amer. J. Physic. Anthropol. 8, 143.
- 1930: The Nasion-Subnasion-Height. The Basion-Subnasion-Length. Two new cranial dimensions. Their significance in modern and fossil man, the anthropoids and lower mammals. Transact. R. Soc. Can. 24, 1.
- 1930: Three new cranial indices. The relation proportions of the sides of the superior gnathic triangle in modern and fossil man, the anthropoids and lower mammals. Transact. R. Soc. Can. 24, 13, 35.
- 1930: The Subnasion-Alveolar-Height. A new cranial dimension. Transact. R. Soc. Can. 24, 27.
- 1930: The subnasion. A new point. Its significance in modern and fossil man, the anthropoids and lower mammals. Amer. J. Physic. Anthropol. 14, 33.
- 1931: Proportion between interorbital width and facial height. A new cranial index; its significance in modern and fossil man. Amer. J. Physic. Anthropol. 16, 237.
- 1931: The interorbital width. An new cranial dimension. Its significance in modern and fossil man and lower mammals. Amer. J. Physic. Anthropol. 28, 509.
- 1931: Craniometric memoirs. J. Anat. 66, 114.
- COLLINS, H. B., jr., 1930: Notes on the Pterion. Amer. J. Physic. Anthropol. 14, 41.
- CUNNINGHAM, D. J., 1905: Anthropometric investigation in the British isles. Rep. British Assoc. Sect. II.
- CZEKANOWSKI, J., 1904: Zur Höhenmessung des Schädels. Arch. Anthropol. 1, 254.

- DELATTRE, A., 1950: La méthode en craniologie. Étude critique. Bull. Soc. Anthropol. Paris **1**, 233.
- 1952: L'orientation de crâne. Méthode vestibulaire et méthode vestibienne. Anthropologie **56**, 241.
- DELATTRE, A., et DAELE, J. M., 1950: La méthode vestibulaire en craniologie. Compt. Rend. Acad. sci. Paris **230**, 1981.
- EDLÉN, A., HJORTSÖ, C. H., and LINDH, J., 1947: The Frankfort Plane in a median geometrical diagram of the skull. Lunds läk. sällsk. förh. **17**, 11.
- FALKENBURGER, F., 1912: Zur Craniotrigonometrie. Corr.-Bl. Anthropol. Ges. **43**, 126.
- 1940: Étude diagraphique sur la morphologie du crâne. Anthropol. **49**, 657.
- FRASETTO, F., 1950: La méthode standard pour l'étude des formes du crâne humain et de la face. S. A. S. **20**, 167.
- FÜRST, K. M., 1906: Einiges über anthropologische Winkelmessungen und über ein Instrument für Winkel- und Indexbestimmung. Zschr. Morph. Anthropol. **9**, 331.
- 1907: Nachtrag zu meiner Arbeit: „Einiges über anthropologische Winkelmessungen.“ Zschr. Morph. Anthropol. **10**, 146.
- FÜRST, C., 1929: Index-Tabellen zum anthropometrischen Gebrauch. 2. Aufl. Fischer, Jena.
- GERÖ, A., 1935: Indici biometrici nell'uomo. Endocr. sc. costituz. **10**, 87.
- GIRARD, L., 1929: L'attitude normale de la tête déterminée par le labyrinthe de l'oreille. Bull. Soc. Anthropol. Paris **7**, 79.
- GIULIANO, L., 1921: Sui caratteri differenziali nel piano mediano fra dolico- e brachimorphi. Riv. Anthropol. **24**, 31.
- GLAZEBROOK, R., 1931: Standards of measurement: Their history and development. Nature **128**, 18.
- GUDIN, R. G., 1953: L'indice à deux caractères dans l'analyse anthropométrique cranio-faciale. Rev. stomat. **54**, 23.
- GUSINDE, M., 1922: Métodos de investigación antropológica adoptados por el Museo de etnología y de Santiago. Publ. Mus. etnol. antrop. **2**, 405.
- HABERT et MACAULIFFE, L., 1930: Indice céphalique. Table de mensuration. Bull. Soc. Etude Form. human. **8**, 235.
- HAGEDORN, A., and KEERS, W., 1937: Skull index and skull capacity. Acta Neerl. morph. **1**, 68.
- HJORTSÖ, C. H., 1947: Limit values of mesocephalic, metriocephalic and orthocephalic anthropological characters. Lunds Univ. Arsskr. **3**.
- 1947: Two new indices and a facial „Tres Indices“ combination. Ibid. **11**, 32.
- HJORTSÖ, C. H., and LINDEGARD, B., 1953: Critical aspects on the use of indices in physical anthropology. Kungl. Fysiograf. Sällskap. Lund. Förhandl.
- HRDLÍČKA, A., 1936: Anthropometry. Amer. J. Physic. Anthropol. **21**, 287.
- JARRICOT, J., 1907: Une technique pour obtenir des diagrammes exacts et orientés d'un plan sagittal du crâne. Bull. Soc. Anthropol. Lyon **26**, 80.
- IMEPELLONI, J., 1921: Introducción a nuevos estadios de craneotrigonometria. Anal. Mus. Nat. Hist. Buenos Aires **31**, 31.
- KLAATSCH, H., 1909: Kraniomorphologie und Craniotrigonometrie. Arch. Anthropol. **8**, 101.
- KEEN, E. N., 1949: A method of measuring the profil angle at the nasion in skull. S. Afr. J. Med. Sc. **14**, 7.
- 1951: Standardization of the technique of cranial capacity determinations. S. Afr. J. clin. Sc. **2**, 170.
- KHERUMIAN, R., 1949: Répertoire des ponts craniométriques et anthropométriques. Rev. Morph. Phys. Hum. **2**, 11.
- LOEFFLER, L., 1932: Tabellen zur Berechnung der Ohrhöhe des Kopfes. Fischer, Jena.
- LOTH, E., 1909: Über die Neuerungen in der Diagraphentechnik. Corr.-Bl. Anthropol. Ges. **40**, 26.
- LÜTHY, A., 1912: Die vertikale Gesichtprofilierung und das Problem der Schädelhorizontalen. Arch. Anthropol. **11**, 1.
- MARTINO, L., 1951: Metodica per la trasformazione della sagoma cranica in diagramma cartesiano. Boll. Soc. ital. biol. sper. **27**, 243.
- MOLLISON, TH., 1932: Hohlraummessung und Volumbestimmung. Anthropol. Anz. **8**, 290.
- 1938: Spezielle Methoden anthropologischer Messung. Abderhaldens Hdb. biol. Arbeitsmeth. **7**, 523. Urban-Schwarzenberg, Berlin-Wien.
- OETTERING, B., 1926: Anmerkungen zur anthropologischen Methodik und Technik. Anthropol. Anz. **3**, 257.
- OLBRICH, E., 1951: Ganzzahlige nomographische Index-Tabellen mit Fehlerschätzungen für anthropologische Zwecke. Innsbruck.

- PONIATOWSKI, ST., 1911: Über den Einfluß der Beobachtungsfehler auf die anthropologischen Indices. *Arch. Anthrop.* **10**, 249.
- RANKE, J., 1884: Bronzeschädel und Schädelkubierungsmethoden. *Corr.-Bl. Anthrop. Ges.* **15**, 98.
- 1892: Über einige gesetzmäßige Beziehungen zwischen Schädelgrund, Gehirn und Gesichtsschädel. Zugleich als Leitfaden für kranimetrische Untersuchungen, namentlich Winkelmessungen nach der deutschen Methode. *Beitr. phys. Anthrop. d. Bayer.*, Bd. II, Bassermann, München.
- RANSU, S. A., 1937: *Antropometri tetkikleri için rehber* (Guide pour l'anthropométrie). Ankara.
- RETZIUS, A., 1842: Om Formen of Nordboarnes Cranier. *Förk. Skand. Naturf. tretje*, Möll. Stockholm.
- ROMANUS, T., 1953: Interocular-biorbital-index. *Acta genet.* **4**, 117.
- SALLER, K., 1930: Leitfaden der Anthropologie. Springer, Berlin.
- SANCHEZ, H. A., 1931: Un nuevo sistema craneométrico. *Actas Mem. Soc. españ. Antrop.* **10**, 217.
- SCHLAGINHAUFEN, O., 1907: Zur Diagraphentechnik des menschlichen Schädels. *Zschr. Ethnol.* **39**, 85.
- SCHÜLER und GOLDHAMMER, 1925: Über die Vertikalebene des Schädels. *Wien. med. Wschr.* **75**, 726.
- SCHMIDT, E., 1882: Über die Bestimmung der Schädelkapazität. *Arch. Anthrop.* **12**, 53.
- SCHWARZ, R., 1928: Anthropologie, Kranimetrie. *Fortschr. Zahnk.* **4**, 747.
- 1929: Anthropologie, Anthropologische Methoden. *Fortschr. Zahnk.* **5**, 775.
- SERGI, S., 1918: Metodo per la determinazione dei piani del cranio. *R.-C.-Acad. Lincei* **28**, 397.
- STESLICKA, W., 1952: Morant's and Sergi's planimetric formula as used in investigations on the structure of human skulls. *Przeg. antrop.* **18**, 302.
- STEWART, T. D., 1936: Anthropometric Nomenclature. The Cephalic (Length-Breadth)-Index. *Amer. J. Physic. Anthrop.* **22**, 97.
- 1937: An examination of the Breiteringer method of cranial capacity determination. *Amer. J. Physic. Anthrop.* **23**, 111.
- STONE, F. H., 1955: The measurement of man. An account of the origin and development of anthropometry. *Glasg. Med. J.* **36**, 298.
- SZOMBATHY, J., 1914: Bemerkungen zur Messung der Schädelkapazität. *Mitt. Anthrop. Ges. Wien* **44**, 17.
- 1918: Tabellen zur Umrechnung der Schädelmaße auf einen Rauminhalt von 1000 Kubikzentimeter. *Erg. H. zu Mitt. Anthrop. Ges. Wien* 1918.
- 1931: Über die Anwendung der relativen Schädelmaße. *Mitt. Anthrop. Ges. Wien* **61**, 37.
- TILDESLEY, M. L., 1938: Measurement of head length and breadth: the system of Broca, Topinard, Monaco agreement, British Association, Marten. *Man* **38**, 102.
- TODD, T. W., 1925: The comparison of auricular height determinations. *Amer. J. Anat.* **59**, 390.
- TÖRÖK, A. v., 1890: Über eine neue Methode, den Sattelwinkel zu messen. *Int. Mschr. Anat.* **7**, 97 ff.
- 1892: Grundzüge einer vergleichenden Kranimetrie. *Arch. Anthrop.* **20**, 280.
- TOLDT, C., 1920: Über den zahlenmäßigen Ausdruck der Schädelhöhe und die Messung derselben. *Mitt. Anthrop. Ges. Wien* **50**, 1.
- VIRCHOW, H., 1918: Die Untersuchung der Augenhöhle mittels des Prosopometers. *Zschr. Ethnol.* **50**, 244.
- WAGNER, K., 1935: Endocranial diameters and indices. A new instrument for measuring internal diameters of the skull. *Biometrika* **27**, 88.



## 9) Osteometrische Technik

### 1. Allgemeine Bemerkungen

Wie die Kranimetrie und Somatometrie hat auch die Osteometrie ihre besondere Technik. Daß es ein dringendes Bedürfnis ist, jeden einzelnen Knochen des Skeletts einer genauen Formanalyse zu unterziehen, hat sich sowohl bei der Bearbeitung fossiler Menschenreste als auch bei der vergleichenden Betrachtung der Skelette rezenter Gruppen herausgestellt. Das Skelettsystem, abgesehen vom Schädel, kann aber nur dann zur Art- und Rassenbestimmung dienen und Aufschlüsse über die Phylogenie der Hominiden oder anderer anthropologischer Fragen liefern, wenn wir für jeden einzelnen Knochen, sowohl innerhalb der rezenten Menschenrassen als auch innerhalb der ganzen Primatengruppen die typischen Merkmale, die Variationsbreite und sein Verhalten zu den anderen Teilen des Skelettes genau kennen.

Für die osteometrischen Messungen gelten wie für die Kranimetrie im allgemeinen die schon S. 147 aufgestellten Prinzipien. Will man aus Messungen am trockenen Knochen Rückschlüsse auf die Körperbeschaffenheit des Lebenden ziehen, so sind die postmortalen Skelettveränderungen durch den Austrocknungsprozeß zu berücksichtigen. Die Knochen unserer Sammlungen sind meist mehr oder weniger ihrer organischen Substanz beraubt und so ausgetrocknet, daß die Gelenkknorpel auf ein Minimum zusammengeschrumpft oder vollständig verschwunden sind. Daraus ergibt sich ein Längenunterschied gegenüber den Knochen des Lebenden bzw. der Leiche, der für die vier wichtigsten Extremitätenknochen die folgenden Beträge erreicht:

für Femur	2,3—2,6 mm	für Humerus	1,3 mm
für Tibia	1,7 mm	für Radius	0,7 mm

Die Dicke der Gelenkknorpel aber ist im Mittel:

	Oberes Gelenkende	Unteres Gelenkende	Total
Femur	2,0 mm	2,5 mm	4,5 mm
Humerus	1,5 mm	1,3 mm	2,8 mm
Tibia	3,0 mm	1,5 mm	4,5 mm
Radius	1,5 mm	1,0 mm	2,5 mm

Allerdings kommen diese Beträge nicht ohne weiteres für die Messungen in Betracht, da manche Meßpunkte nicht an überknorpelten Flächen liegen.

Addiert man die Gelenkknorpel-Dicken zu dem Betrag der durch die Austrocknung erfolgten Kürzung, so ist der frische Knochen um folgende Werte größer, als der getrocknete unserer Sammlungen:

Femur	7,1 mm	Humerus	4,1 mm
Tibia	6,2 mm	Radius	3,2 mm

Bezüglich der Längenveränderungen von Röhrenknochen infolge postmortalen Wasserverlustes bzw. Knorpelschwundes der artikulären Flächen ist jedoch zu berücksichtigen, daß die metrischen Alterationen entsprechend dem jeweiligen Lebensalter des Individuums außerordentlich differieren. Am Beispiel des Femur sei dieses Phänomen aufgezeigt: So trocknet der Oberschenkel des Neugeborenen mit seiner noch rein knorpeligen proximalen und distalen Epiphyse um fast  $\frac{1}{4}$  seiner Gesamtlänge ein. Während der späteren nachgeburtlichen Entwicklungsperiode erfolgt ebenfalls eine relativ große Verkürzung wegen der Eintrocknung der beiden chondralen Wachstumsfugen und der artikulären Knorpelbedeckung an beiden Knorpelpolen. Nachdem das Femur im Erwachsenenalter vom Hüftkopf bis zum Kondylenmassiv zu einer soliden Knochensäule durchgebaut ist, wird der Gelenkknorpel oben und unten allmählich immer dünner, es kommt außerdem zu einer fortschreitenden Sklerosierung mit Vermehrung der mineralischen Substanz und entsprechender Reduktion des organischen Knochengewebes, sodaß die Längenverminderung durch den Eintrocknungsprozeß gegen das

Greisenalter zu ständig abnimmt. — Neben der Längendifferenz des Knochens infolge des Wasserverlustes spielt aber auch die erhebliche Formveränderung der Gelenkkörper durch den Knorpelschwund eine große Rolle für die wissenschaftliche Auswertung und Beurteilung, weil gerade die Konfiguration der Artikulationsflächen hinsichtlich der funktionellen Skelettmechanik anthropologisch sehr aufschlußreich ist; denn nur die natürliche Gelenksituation ermöglicht eine Rekonstruktion der individuellen Grundhaltung und Gebrauchsbewegung, was gerade zur kritischen Analyse des jeweiligen Stadiums der körperlichen Aufrichtung des Menschen vom Vierfüßler zum Zweibeiner von entscheidender Bedeutung ist. Ebenso bestehen auch erhebliche Altersunterschiede bezüglich des spezifischen Gewichts von Skelettstücken — entsprechend der verschiedenen Knorpel-Knochen-Relation — und insbesondere dann im ausgetrockneten Zustand. Zur Bestimmung des spezifischen Gewichts muß dann das Knochenvolumen (nach Oberflächenpräparation mit Paraffin) durch die Wasserverdrängung in einem Meßgefäß ermittelt werden (s. u.).

## 2. Beschreibung der Messungen

### a) Wirbelsäule (ohne Kreuzbein)

Die Messung der ganzen Wirbelsäule montierter Skelette ist wertlos, weil durch Schrumpfung der Ersatz der Intervertebralscheiben zahlreiche Fehlerquellen, die von subjektiver Beurteilung des Präparators abhängen, möglich sind. Wenn also nicht eine „Zusammensetzung der Skelettelemente nach Form“ (H. VIRCHOW) mit Verwendung eines fixierenden Gipsmodells möglich ist, sind daher die folgenden Maße an sämtlichen isolierten Wirbelkörpern in gleicher Weise zu nehmen; nur für Atlas und Epistropheus werden gewisse Modifikationen nötig.

1. **Ventraler vertikaler Durchmesser des Wirbelkörpers** (Vordere Höhe): Geradlinige Entfernung der oberen von der unteren Fläche des Wirbelkörpers, in der Mediansagittal-Ebene an der Ventralfläche des Wirbels gemessen. Gleitzirkel.

1a. **Ventraler vertikaler Durchmesser des Epistropheus** (Ganze Höhe): Geradlinige Entfernung der Spitze des Zahnes von demjenigen Punkte der Unterfläche des Wirbelkörpers, an welchem die Mediansagittale den ventralen Rand schneidet. Gleitzirkel.

1b. **Höhe des Epistropheuskörpers (ohne Zahn)**: Geradlinige Entfernung des ventralen Fußpunktes des Zahnes im Niveau der Facies articularis cran. von dem ventralen Rande der Unterfläche des Wirbelkörpers in der Mediansagittal-Ebene gemessen. Gleitzirkel.

1c. **Ventraler vertikaler Durchmesser von Atlas + Epistropheus**: Geradlinige Entfernung des höchsten Punktes der Arcus anterior von demjenigen Punkte am ventralen Rande der Unterfläche des Epistropheus, der von der Mediansagittal-Ebene geschnitten wird. Die Fovea dentis muß an der Facies articularis ant. des Zahnes angepreßt werden. Gleitzirkel.

Alle folgenden Maße können an den beiden ersten Wirbeln nicht bestimmt werden.

2. **Dorsaler vertikaler Durchmesser des Wirbelkörpers** (Hintere Höhe): Geradlinige Entfernung der oberen von der unteren Fläche des Wirbelkörpers, in der Mediansagittal-Ebene an der dorsalen Fläche des Wirbels gemessen. Gleit- oder Tasterzirkel.

3. **Mittlerer vertikaler Durchmesser des Wirbelkörpers** (Mittlere Höhe): Geradlinige Entfernung des Mittelpunktes der oberen Fläche des Wirbelkörpers von dem Mittelpunkt der unteren Fläche. Tasterzirkel.

Die vordere und hintere senkrechte Wirbelhöhe in Beziehung zum mittleren vertikalen Durchmesser ergibt wichtige Kriterien der Konfiguration. Sowohl stammesgeschichtlich wie auch pathologisch sind die folgenden Formtypen zu unterscheiden: Procoele, opistocöle und amphicöle (bikonkave „Fischwirbel“) Wirbel.

Die Summe der vertikalen Durchmesser der ganzen freien Wirbelsäule wird am besten und einfachsten durch Addition aller Durchmesser der einzelnen Wirbelkörper, mit Ausschluß von Atlas und Epistrophæus, gewonnen. Man kann natürlich auch die Durchmesser der beiden letzteren Knochen hinzurechnen. SOULARUE nimmt ferner noch die projektivische Höhe des Sacrum hinzu und bestimmt auf diese Weise die Höhe der ganzen Wirbelsäule. Als Stammlänge wird dann ein Maß bezeichnet, zu welchem noch die Schädelhöhe (Opisthion bis Scheitel) hinzuaddiert wird.

In gleicher Weise kann man die vertikalen Durchmesser für die Teilschnitte der Wirbelsäule berechnen und ihren Betrag prozentual zur ganzen Wirbelsäule ausdrücken. Jede derartige sog. Länge der Wirbelsäule umfaßt also nur die Skeletteile und läßt die Zwischenwirbelscheiben außer Betracht. Sie entspricht daher nicht der wirklichen Wirbelsäulenlänge, bietet aber, an allen Skeletteilen in gleicher Weise gewonnen, ein gutes Vergleichsmaß.

Allerdings ist dabei zu berücksichtigen, daß die physiologische Weite der Zwischenwirbelräume (Knorpelbandscheiben) in den einzelnen Rumpfabschnitten und auch je nach dem Lebensalter recht unterschiedlich ist. Somit gewinnt deshalb die Knochen-Knorpel-Relation des Stammskeletts eine erhebliche anthropologische Bedeutung und sollte auch in die Messungen einbezogen werden. Wegen der interessanten Unterschiede des Längenverhältnisses der einzelnen Wirbelsäulenabschnitte (Vierfüßler und Zweibeiner, Kind und Erwachsener!) erscheint auch eine entsprechende vergleichende Detailmessung notwendig.

4. **Kranialersagittaler Durchmesser des Wirbelkörpers** (oberer oder anteriorer Durchmesser): Geradlinige Entfernung derjenigen Punkte des Randes der kranialen Wirbelkörperfläche voneinander, die an der ventralen und dorsalen Seite von der Mediansagittal-Ebene geschnitten werden. Am ventralen Rand des Wirbelkörpers vorkommende Osteophyten im Sinne einer Spondylosis deformans dürfen nicht in das Maß einbezogen werden. Gleitzirkel.

5. **Kaudaler sagittaler Durchmesser des Wirbelkörpers** (unterer oder posteriorer Durchmesser): Geradlinige Entfernung derjenigen Punkte des Randes der kaudalen Wirbelfläche voneinander, die an der ventralen und dorsalen Seite von der Mediansagittal-Ebene geschnitten werden. Gleitzirkel.

6. **Mittlerersagittaler Durchmesser des Wirbelkörpers**: Geradlinige Entfernung des Mittelpunktes der ventralen vom Mittelpunkt der dorsalen Fläche des Wirbelkörpers, in der Mediansagittal-Ebene gemessen. Tasterzirkel. Die Spitze des Zirkels darf an der dorsalen Fläche nicht in die oft großen Gefäßöffnungen eingeführt werden. Bei leichten Asymmetrien sind die Durchmesser im Sinne der Asymmetrie zu legen.

7. **Kranialer transversaler Durchmesser des Wirbelkörpers** (oberer oder anteriorer Querdurchmesser): Geradlinige Entfernung der beiden am meisten seitlich ausladenden Punkte des Randes der kranialen Wirbelkörperfläche voneinander. Die Foveae costales sup. und inf. dürfen nicht mitgemessen werden. Gleitzirkel.

8. **Kaudaler transversaler Durchmesser des Wirbelkörpers** (unterer oder posteriorer Querdurchmesser): Geradlinige Entfernung der beiden am meisten seitlich ausgeladenen Punkte des Randes der kaudalen Wirbelkörperfläche voneinander. Gleitzirkel.

9. **Mittlerer transversaler Durchmesser des Wirbelkörpers**: Kleinster transversaler Durchmesser des Wirbelkörpers, ungefähr in der mittleren Höhe des Seitenrandes gelegen. Gleitzirkel. Dieser Durchmesser ist



nur an den Brust- und Lendenwirbeln und auch hier nicht in allen Fällen genau zu bestimmen.

Bei Asymmetrien sind die Durchmesser im Sinn der Asymmetrie zu legen, d. h. die Maße sind stets direkt, nicht projektivisch zu nehmen.

10. **Sagittaler Durchmesser des Foramen vertebrae:** Geradlinige Entfernung des hinteren oberen Randes des Körpers vom Mittelpunkt des oberen Randes des gegenüberliegenden Wirbelbogens (THOMSON, 1913).

11. **Sagittaler Durchmesser des Foramen vertebrae:** Geradlinige Entfernung zwischen den medialen Punkten der Wurzeln der Wirbelbögen (THOMSON, 1913).

12. **Kranialer Neigungswinkel der Dornfortsätze:** Winkel, der von der Oberfläche des Wirbelkörpers und der oberen Kante des Dornfortsatzes gebildet wird. RIEDS Meßbrett.

12a. **Kaudaler Neigungswinkel der Dornfortsätze:** Winkel, den die Unterfläche des Wirbelkörpers mit der unteren Kante des Dornfortsatzes bildet (SARASIN, 1916/22). RIEDS Meßbrett.

#### Indices:

**Anterio-posteriorer Wirbelkörper-Index:**

$$= \frac{\text{Dorsaler vertikaler Durchmesser des Wirbelkörpers (2)} \times 100}{\text{Ventraler vertikaler Durchmesser des Wirbelkörpers}}$$

Dieser Index ist geeignet, eine „Keilwirbeldeformität“ zu definieren. Der Index ist besonders wichtig für die Lumbalwirbel.

Einteilung für den Index der einzelnen Wirbelsäulenabschnitte:

kurtorachisch (nach vorn konvex)	x—97,9 (lordotisch)
orthorachisch (gestreckt)	98,0—101,9 (gerade)
koilorachisch (nach vorn konkav)	102,0—x (kyphotisch)

**Sagittovertikaler Wirbelkörper-Index:**

$$= \frac{\text{Mittlerer vertikaler Durchmesser des Wirbelkörpers (3)} \times 100}{\text{Mittlerer sagittaler Durchmesser des Wirbelkörpers (6)}}$$

**Transversovertikaler Wirbelkörper-Index:**

$$= \frac{\text{Ventraler vertikaler Durchmesser des Wirbelkörpers (1)} \times 100}{\text{Mittlerer transversaler Durchmesser des Wirbelkörpers (9)}}$$

**Transversosagittaler Wirbelkörper-Index:**

$$= \frac{\text{Mittlerer sagittaler Durchmesser des Wirbelkörpers (6)} \times 100}{\text{Mittlerer transversaler Durchmesser des Wirbelkörpers (9)}}$$

**Transversosagittaler Index des Foramen vertebrae:**

$$= \frac{\text{Sagittaler Durchmesser des Foramen vertebrae (10)} \times 100}{\text{Transversaler Durchmesser des Foramen vertebrae (11)}}$$

**Skoliosen-Index:** Die Relation der rechten und linken Seitenhöhe des Wirbels definiert laterale Keil deformitäten — mit entsprechender skoliotischer Verbiegung des Rumpfskeletts. Um die anthropoide Herzform von Wirbeln zu erfassen, ist die Einführung des Schrägdurchmessers (Diameter obliquus) in Korrelation zum Längsdurchmesser und zur Querbreite (Index) notwendig.

#### β) Kreuzbein und Steißbein

Für Kreuzbein und Becken (vgl. dort) ist eine besonders eingehende Technik von OETTINGER (1950) ausgearbeitet worden, die verschiedene Meßpunkte beschrieben und Maße sowie Indexberechnungen angegeben hat. Nachfolgend sind nur die Hauptmaße wiedergegeben.

1. **Bogenlänge des Kreuzbeins:** Abstand des in der Mediansagittal-Ebene gelegenen Punktes des Promunturium von dem entsprechenden Punkt an der Vorderkante der Kreuzbeinspitze, entlang der Konkavität der vorderen Kreuzbeinfläche gemessen. Bandmaß.

Man passe das Bandmaß den durch das Vortreten der Lineae transversae hervorgerufenen Unebenheiten der Vorderfläche an.

2. **Vordere gerade Länge des Kreuzbeins** (Sakrallänge, *hauteur de la face pelvienne du sacrum*): Geradlinige Entfernung des in der Mediansagittal-Ebene gelegenen Punktes des Promunturium von dem entsprechenden Punkt an der Vorderkante der Kreuzbeinspitze (Abb. 252 a, b). Gleitzirkel.

3. **Hintere gerade Länge:** Geradlinige Entfernung des in der Mediansagittal-Ebene gelegenen Punktes der Hinterfläche der Basis sacri von dem entsprechenden Punkte der Vorderkante der Kreuzbeinspitze. Tasterzirkel.

4. **Obere Bogenbreite:** Größte quere Breite des Kreuzbeins im Niveau der vorderen Ausladung der Facies auricularis, entlang der Konkavität der vorderen Kreuzbeinfläche. Bandmaß.

5. **Vordere obere gerade Breite** (*largeur maxima, sacral breadth*): Größte quere Breite des Kreuzbeins in der Höhe der vorderen Ausladung der Facies auricularis. Direktes Maß. Gleitzirkel.

5a. **Breite im Bereich der Linea arcuata:** Breite des Kreuzbeins zwischen denjenigen Punkten des Vorderrandes der Facies auriculares, die im Niveau der Linea arcuata des Hüftbeins gelegen sind. Gleitzirkel. Schwer zu bestimmen. Das Maß fällt übrigens fast immer mit der oberen geraden Breite zusammen.

6. **Größte Bogenhöhe** (*flèche de l'arc fourni par la concavité du sacrum*): Senkrechter Abstand des tiefsten Punktes der vorderen Kreuzbeinfläche von einer Geraden, die die Endpunkte der vorderen geraden Länge miteinander verbindet (Abb. 252 c d). Koordinatenzirkel.

7. **Entfernung des Fußpunktes der größten Bogenhöhe vom Promunturium:** Koordinatenzirkel; wird zugleich mit der Bogenhöhe bestimmt.

8. **Mittlere Bogenbreite:** Abstand der beiden unteren vorderen Endpunkte der Facies auricularis voneinander, entlang der Konkavität der Vorderfläche gemessen. Bandmaß.

9. **Mittlere gerade Breite:** Geradlinige Entfernung der beiden vorderen unteren Endpunkte der Facies auricularis voneinander. Gleitzirkel.

10. **Untere gerade Breite:** Geradlinige Entfernung der Endpunkte der unteren Seitenwinkel voneinander. Ist dieser Winkel nicht scharf ausgesprochen, so wird das Maß in der Höhe des Unterrandes der letzten Foramina sacralia pelvina genommen. Gleitzirkel.

11. **Länge der Kreuzbeinflügel:** Geradlinige Entfernung eines Punktes, der in der Mitte einer den Seitenrand der Basis und den Innenrand des

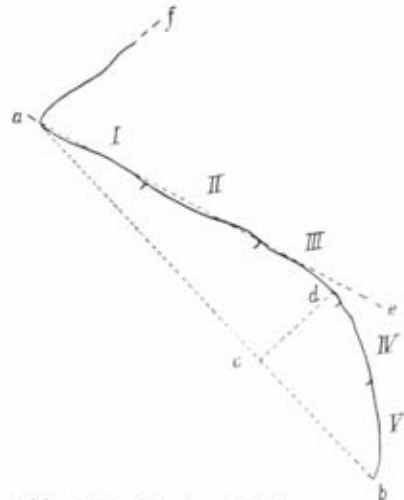


Abb. 252. Vordere Mediansagittalkurve des Kreuzbeins.  $\frac{3}{4}$  nat. Gr. (nach RADLAUER). a b vordere gerade Länge, c d größte Bogenhöhe, e a f Promunturiumwinkel des Fußpunktes.

ersten Foramen sacrale pelvinum verbindenden Geraden gelegen ist, von dem am meisten lateral vorstehenden Punkt des Vorderrandes der Facies auricularis. Gleitzirkel.

12. Mittlere obere gerade Breite: Geradlinige Entfernung der beiden Schnittpunkte einer an den Hinterrand des Sakralkörpers gelegten Tangente und der Oberländer der Facies auricularis voneinander. Gleitzirkel.

13. Hintere obere gerade Breite: Geradlinige Entfernung der hinteren Ecken der Partes laterales voneinander, die den Enden der Processus transversi entsprechen. Gleitzirkel.

14. Länge der Facies auricularis: Geradlinige Entfernung des am meisten kranial von dem am meisten kaudal gelegenen Punkte der Gelenkfläche. Gleitzirkel.

15. Breite der Facies auricularis: Größte Breite senkrecht zur Länge. Gleitzirkel.

16. Tiefe der oberen Öffnung des Canalis sacralis (Höhe): Abstand des Mittelpunktes des Hinterrandes der Basis sacri von dem Mittelpunkt der hinteren Begrenzung des Canalis sacralis, auf die Ebene der Basis projiziert und in der Mediansagittal-Ebene gemessen. Gleitzirkel mit verschiebbaren Armen. Das Kreuzbein wird so gehalten, daß die Basis horizontal gerichtet ist. Mit ihr muß das Lineal des Gleitzirkels parallel laufen. Die Spitze des kürzeren Armes setzt man auf den erstgenannten, diejenige des längeren auf den zweiten Punkt auf und liest das Maß ab.

17. Breite der oberen Öffnung des Canalis sacralis: Größte absolute Breite, wo sie sich findet. Gleitzirkel.

18. Mediansagittaler Durchmesser der Basis des Kreuzbeins: Geradlinige Entfernung des Vorderrandes vom Hinterrande der Sakralbasis, in der Mediansagittal-Ebene gemessen. Gleitzirkel.

19. Größter transversaler Durchmesser der Basis des Kreuzbeins: Geradlinige Entfernung der beiden seitlich am meisten vorragenden Punkte der Basis, senkrecht zum Sagittaldurchmesser. Gleitzirkel.

20. Breite zwischen den Foramina sacralia pelvina: Geradlinige Entfernung der medialen Ränder je zweier zum gleichen Wirbel gehörender vorderer Kreuzbeinlöcher. Gleitzirkel.

21. Gelenkflächenwinkel: Winkel, den die beiden Ebenen der Facies auricularis miteinander bilden. An jede Gelenkfläche wird eine Stahlnadel in horizontaler Richtung angelegt und der Winkel, den diese Nadeln bilden, mittels eines Transporteurs abgelesen. Die irregulär konfigurierten Gelenkflächen der Facies auricularis divergieren einerseits nach ventral und andererseits nach kranial. Dementsprechend kann ein Frontalwinkel und ein Horizontalwinkel unterschieden werden. Oder RIEDS Meßbrett.

22. Promunturium-Winkel: Winkel, den die Vorderfläche des ersten Sakralwirbelkörpers mit der Sakralbasis bildet (Abb. 252 e, a, f). Zwei Stahlnadeln werden in der Mediansagittal-Ebene je an die Vorderfläche des ersten Wirbelkörpers und an die Sakralbasis angelegt, und an deren Schnittpunkt der Winkel mittels Transporteurs abgelesen<sup>1)</sup>.

23. Bogenlänge des Steißbeins: Abstand des in der Mediansagittal-Ebene gelegenen Punktes des Vorderrandes des ersten Steißbeinwirbels von der Steißbeinspitze, entlang der vorderen Steißbeinfläche gemessen. Sämtliche anthropologischen Maße des Steißbeins sind am präparierten Skelett problema-

<sup>1)</sup> Nicht zu verwechseln mit diesem anatomischen Promunturiumwinkel ist der vordere Lumbo-Sakralwinkel — zuweilen auch der klinische Promunturiumwinkel genannt!



tisch, weil die Coccygealwirbel meist nur knorpelig miteinander verbunden sind und bei der Mazeration auseinanderfallen. Bandmaß.

Die Cornua coccygea sind in dem Maß nicht inbegriffen.

24. **Vordere gerade Länge des Steißbeins:** Geradlinige Entfernung des in der Mediansagittal-Ebene gelegenen Punktes des Vorderrandes des ersten Steißbeinwirbels von der Steißbeinspitze. Gleitzirkel.

Indices:

**Längenbreiten-Index des Kreuzbeins:**

$$\begin{aligned} a) &= \frac{\text{Obere gerade Breite (5)} \times 100}{\text{Vordere gerade Länge (2)}} \\ b) &= \frac{\text{Obere gerade Breite (5)} \times 100}{\text{Bogenlänge (1)}} \\ c) &= \frac{\text{Obere Bogenbreite (4)} \times 100}{\text{Bogenlänge (1)}} \end{aligned}$$

Der Index a ist der gebräuchlichste; es wird dafür die folgende Terminologie verwendet:

dolichohierisch (schmal)	x—99,9
hyplatyhierisch (mäßig breit)	100,0—105,9
platyhierisch (breit)	106,0—x

**Breiten-Indices des Kreuzbeins:**

a) Oberer Breiten-Index:

$$= \frac{\text{Mittlere gerade Breite (9)} \times 100}{\text{Obere gerade Breite (5)}}$$

b) Mittlerer Breiten-Index:

$$= \frac{\text{Untere gerade Breite (10)} \times 100}{\text{Mittlere obere gerade Breite (9)}}$$

c) Ganzer Breiten-Index:

$$= \frac{\text{Untere gerade Breite (10)} \times 100}{\text{Vordere obere gerade Breite (5)}}$$

**Krümmungsindices des Kreuzbeins:**

**Bogensehnen-Index:**

$$= \frac{\text{Vordere gerade Länge (2)} \times 100}{\text{Bogenlänge (1)}}$$

**Sehnenhöhen-Index:**

$$= \frac{\text{Größte Bogenhöhe (6)} \times 100}{\text{Vordere gerade Länge (2)}}$$

**Höhenlage-Index der Kreuzbeinkrümmung:**

$$= \frac{\text{Entfernung d. Fußpunktes d. größten Bogenhöhe v. Promunturium (7)} \times 100}{\text{Vordere gerade Länge (2)}}$$

**Oberer Querkrümmungs-Index:**

$$= \frac{\text{Obere gerade Breite (5)} \times 100}{\text{Obere Bogenbreite (4)}}$$

**Mittlerer Querkrümmungs-Index:**

$$= \frac{\text{Mittlere gerade Breite (9)} \times 100}{\text{Mittlere Bogenbreite (8)}}$$

**Längenbreiten-Index der Facies auricularis:**

$$= \frac{\text{Breite der Facies auricularis (15)} \times 100}{\text{Länge der Facies auricularis (14)}}$$

**Aurikularanteil-Index:**

$$= \frac{\text{Länge der Facies auricularis (14)} \times 100}{\text{Bogenlänge (1)}}$$

**Sakralkanal-Index:**

$$= \frac{\text{Tiefe der oberen Öffnung des Canalis sacralis (16)} \times 100}{\text{Breite der oberen Öffnung des Canalis sacralis (17)}}$$

**Sakralbasis-Index:**

$$= \frac{\text{Mediansagittaler Durchmesser der Basis (18)} \times 100}{\text{Größter transversaler Durchmesser der Basis (19)}}$$

**γ) Thorax****a) Sternum**

1. **Länge des Brustbeins:** Geradlinige Entfernung des am tiefsten eingesattelten Punktes der Incisura jugularis (Suprasternale S. 311) von dem tiefsten Punkt des Unterrandes des Corpus sterni, in der Mediansagittal-Ebene gemessen. Gleitzirkel. Der in seiner Ausbildung sehr schwankende und, wenn knorpelig, geschrumpfte Processus ensiformis, bleibt von der Messung ausgeschlossen.

2. **Länge des Manubrium sterni:** Geradlinige Entfernung des Suprasternale von demjenigen Punkte des Unterrandes des Manubrium, der von der Mediansagittal-Ebene geschnitten wird. Gleitzirkel.

3. **Länge des Corpus sterni:** Geradlinige Entfernung desjenigen Punktes des Unterrandes des Manubrium, der von der Mediansagittalen geschnitten wird, bis zum tiefsten Punkte des Unterrandes des Corpus sterni. Gleitzirkel.

4. **Größte Breite des Manubrium sterni:** Geradlinige Entfernung der beiden am meisten seitlich vorstehenden Punkte der Seitenränder des Manubrium voneinander, senkrecht zur Länge gemessen. Gleitzirkel.

5. **Größte Breite des Corpus sterni:** Geradlinige Entfernung der beiden am meisten seitlich vorstehenden Punkte der Seitenränder des Corpus sterni voneinander, senkrecht zur Länge gemessen. Gleitzirkel.

6. **Kleinste Breite des Manubrium sterni:** Geradlinige Entfernung der beiden am meisten eingezogenen Punkte der Seitenränder an der Basis des Manubrium sterni voneinander. Die Meßpunkte liegen an den Oberändern der Articulationes costales II. Gleitzirkel.

6a. **Kleinste Breite des Manubrium sterni,** wo sie sich findet. Interkostal, nicht in der Tiefe der Incisurae.

7. **Dicke des Manubrium sterni:** Geradlinige Entfernung der ventralen von der dorsalen Fläche des Brustbeines, an der Basis des Manubrium sterni, wo die Breite genommen wurde. Gleitzirkel.

**Indices:****Längenbreiten-Index des Brustbeins:**

$$= \frac{\text{Größte Breite des Corpus sterni (5)} \times 100}{\text{Ganze Länge des Brustbeins (1)}}$$

**Längenbreiten-Index des Corpus sterni:**

$$= \frac{\text{Größte Breite des Corpus sterni (5)} \times 100}{\text{Länge des Corpus sterni (3)}}$$

**Breitendicken-Index des Brustbeins:**

$$= \frac{\text{Dicke des Manubrium sterni (7)} \times 100}{\text{Kleinste Breite des Manubrium sterni (6)}}$$

## b) Rippen

1. **Größte Höhe bzw. Breite der Rippe:** Geradlinige Entfernung des Oberrandes vom Unterrand der Rippe an derjenigen Stelle des Rippenkörpers gemessen, welche die größte Höhenentfaltung zeigt, bei den sternalen Rippen unter Ausschluß der sternalen Verbreiterung. Gleitzirkel.

2. **Dicke der Rippe:** Geradlinige Entfernung der Außenfläche von der Innenfläche der Rippe, in der Mitte des Rippenkörpers gemessen. Gleitzirkel.

3. **Bogenlänge der Rippe:** Abstand des höchsten Punktes des Capitulum vom sternalen Ende der Rippe, entlang der Außenfläche gemessen. Bandmaß.

3a. **Bogenlänge der Rippe:** Abstand des entferntesten Punktes des Capitulum vom sternalen Ende der Rippe, an der Innenfläche gemessen (ROSENBERG, 1920). Bandmaß.

4. **Gerade Länge der Rippe:** Geradlinige Entfernung des am weitesten medial gelegenen Punktes des Capitulum von dem vordersten untersten Punkte des sternalen Rippenendes. Gleitzirkel.

**Krümmungs-Index:**

$$= \frac{\text{Gerade Länge der Rippe (4)} \times 100}{\text{Bogenlänge (3)}}$$

## c) Thorax als Ganzes

1. **Tiefe des Thorax:** Geradlinige Entfernung des am weitesten vorne gelegenen Punktes des Unterrandes des Corpus sterni von dem dorsalwärts vorstehendsten Punkte desjenigen Brustwirbels, der mit dem vorderen Meßpunkt ungefähr in der gleichen Horizontalebene liegt. Tasterzirkel.

2. **Breite des Thorax:** Größte seitliche Ausladung der Rippen, unabhängig von der Horizontalebene, in welcher die Tiefe gemessen wurde.

Messungen am montierten Thorax sind jedoch ziemlich unsicher, da durch Schrumpfung der Knorpel und durch die Montierung ziemliche Formveränderungen eintreten können.

**Thorakalindex:**

$$= \frac{\text{Tiefe des Thorax (1)} \times 100}{\text{Breite des Thorax (2)}}$$

## d) Clavicula

1. **Größte Länge der Clavicula:** Geradlinige Entfernung der beiden äußersten Punkte der Knochenenden voneinander. Meßbrett. Man legt den Knochen mit seiner Achse derart in der Längsrichtung des Brettes auf, daß die Extremitas sternalis an die senkrechte Querwand anstößt und tastet mit dem Winkel an der Extremitas acromialis.

2. **Höhe der Diaphysenkrümmung:** Geradlinige Entfernung des höchsten Punktes der vorderen Diaphysenwölbung von einer Geraden, welche die Endpunkte dieser konvexen Krümmung miteinander verbindet. Koordinatenzirkel. Der eine Punkt entspricht der kleinen Einsattelung am Übergang der Diaphyse zum sternalen Ende, der andere der tiefsten Einsattelung der vorderen Krümmung gegen das akromiale Ende zu.

2a. **Höhe der Diaphysenkrümmung:** Der Knochen wird mit seiner Vorderseite derart quer auf das Meßbrett gelegt, daß das sternale Ende und die hintere Vorwölbung des akromialen Endes an der kurzen vertikalen Wand anstoßen. Das Winkelmaß tastet dann den vorstehendsten Punkt der vorderen Diaphysenwölbung ab.

2 (1). **Krümmung des akromialen Endes:** Gleiche Lagerung des



Knochens wie bei 2a. Der Winkel tastet den vorstehendsten Punkt des akromialen Endes ab.

3. Länge der Sehne der Diaphysenkrümmung: Die Meßpunkte sind unter Nr. 2 bestimmt; das Maß wird gleichzeitig mit Nr. 2 genommen. Koordinatenzirkel.

4. Vertikaler Durchmesser der Mitte: Geradlinige Entfernung der kranialen und kaudalen Fläche voneinander, in der Mitte des Knochens gemessen. Gleitzirkel. Man bestimmt die Mitte durch Berechnung aus der größten Länge und markiert die Stelle mittels eines Bleistiftstriches.

5. Sagittaler Durchmesser der Mitte: Geradlinige Entfernung der Vorder- und Hinterfläche voneinander, in der Mitte des Knochens gemessen. Gleitzirkel.

6. Umfang der Mitte: Größter Umfang, in der Mitte des Knochens gemessen. Bandmaß.

Längendicken-Index der Clavicula:

$$= \frac{\text{Maximale Dicke in der Knochenmitte} \times 100}{\text{Größte Länge (1)}}$$

Krümmungsindex der Clavicula:

$$= \frac{\text{Höhe der Diaphysenkrümmung (2a)} \times 100}{\text{Größte Länge (1)}}$$

Lage-Index der Krümmung:

$$= \frac{\text{Entfernung des Fußpunktes der Krümmung vom sternalen Ende} \times 100}{\text{Größte Länge (1)}}$$

Querschnittsindex der Clavicula:

$$= \frac{\text{Vertikaler Durchmesser der Mitte (4)} \times 100}{\text{Sagittaler Durchmesser der Mitte (5)}}$$

Claviculo-humeral-Index:

$$= \frac{\text{Größte Länge der Clavicula (1)} \times 100}{\text{Ganze Länge des Humerus (2)}}$$

ε) Scapula (Abb. 253 und 254)

1. Anatomische Breite der Scapula (Höhe, longueur nach BROCA): Geradlinige Entfernung des höchsten Punktes des Angulus cranialis vom tiefsten Punkte des Angulus caudalis (D—C). Gleitzirkel. Man bezeichne im Hinblick auf weiter unten folgende Messungen die Punkte C und D am Objekt mit Bleistift.

2. Anatomische Länge der Scapula (Breite, largeur): Geradlinige Entfernung des Mittelpunktes der Fossa glenoidalis von einem Punkt des Vertebralrandes, der in der Mitte zwischen den beiden Lippen der Spina scapulae gelegen ist (A—B). Tasterzirkel. Die beiden Lippen der Spina bilden mit dem Vertebralrand ein Dreieck. Um den verlangten Punkt immer gleichmäßig zu bestimmen, halbiert man den Scheitelwinkel dieses Dreiecks. Wo die Halbierungslinie auf den Vertebralrand stößt, ist der gesuchte Punkt B. Die Punkte A und B müssen für spätere Zwecke ebenfalls am Objekt mit dem Bleistift bezeichnet werden (Länge der Scapula nach FREY, 1923).

2a. Länge der Scapula: Geradlinige Entfernung des am meisten kaudal gelegenen Punktes der Umschlagskante der Cavitas glenoidalis von einem Punkte am Vertebralrand, der in der Mitte zwischen den beiden Lippen der Spina gelegen ist (I—B). Gleitzirkel. Auch Punkt I ist am Objekt zu markieren.

Außer dieser Variante finden sich noch mehrere andere. So bestimmen verschiedene Autoren den Punkt B durch Verlängerung der Basis der Spina; andere (z. B. BROCA)

messen ferner nicht von der Mitte oder dem Unterrand, sondern von der Mitte des Hinterandes der Fossa glenoidalis aus. FREY geht von der richtigen Erkenntnis aus, daß „die Form der einzelnen Skelettstücke abhängig ist von der Funktion“ und daß speziell bei der Scapula die Funktion eine größere Rolle spielt als die Vererbung. Dementsprechend wählt sie die Orientierungslinie der Scapula gemäß der physiologischen Bedeutung (vgl. Abb. 254). FICK stimmt FREY zu, lehnt aber ihre sowohl, wie die bisher gebräuchliche Bezeichnung der Längen und Breiten des Schulterblattes als für die höheren Affen und Menschen „irreführend und widersinnig“ ab.

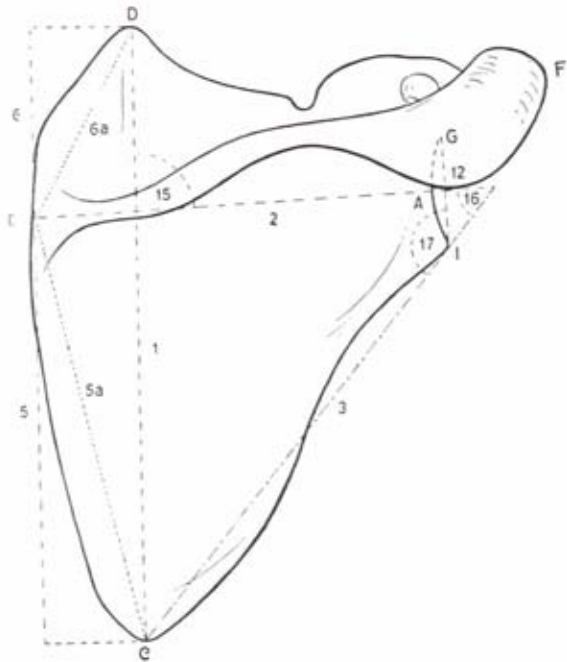


Abb. 253. Menschliche Scapula, von der dorsalen Fläche gesehen, mit Eintragung der wichtigsten Maße.

3. Länge des Margo axillaris: Geradlinige Entfernung des am meisten kaudal gelegenen Punktes des Angulus inferior von dem am meisten kaudal gelegenen Punkt an der Umschlagskante der Cavitas glenoidalis (C—I). Gleitzirkel. (Abb. 253.)

4. Länge des Margo cranialis: Geradlinige Entfernung des am weitesten oben gelegenen Punktes des Angulus cranialis von dem am weitesten oben gelegenen Punkte an der Umschlagskante der Cavita glenoidales (D—G). Gleitzirkel. Auch der Punkt G ist am Objekt zu bezeichnen (Abb. 253).

5. Projektivische Breite der Fossa infra spinam (Höhe der Fossa infra spinam nach FREY). Abstand des Punktes C am Angulus inferior vom Punkte B zwischen den beiden Lippen der Spina, projiziert auf eine Ebene, die parallel zur anatomischen Breite gelegt wird. Am besten an der Zeichnung (siehe unter Winkel) oder mittels eines Gleitzirkels mit verschiebbaren Armen zu messen (Abb. 253).

5a. Anatomische Breite der Fossa infra spinam (longueur oder hauteur de la fosse sous-épineuse). Geradlinige Entfernung des am weitesten unten gelegenen Punktes des Angulus caudalis von demjenigen Punkte des Vertebralrandes, der in der Mitte zwischen den beiden Lippen der Spina gelegen ist (C—B). Gleitzirkel. (Abb. 253.)

6. Projektivische Breite der Fossa supra spinam: Abstand des Punktes D am Angulus cranialis vom Punkte B zwischen den beiden Lippen der Spina, projiziert auf eine Ebene, die parallel zur anatomischen Breite gelegt wird. Technik wie bei Nr. 5.

6a. Anatomische Breite der Fossa supra spinam (hauteur de la fosse sous-épineuse): Geradlinige Entfernung des am meisten kranial gelegenen Punktes des Angulus cranialis von demjenigen Punkte des Vertebralrandes, der in der Mitte zwischen den beiden Lippen der Spina gelegen ist (D—B). Gleitzirkel. (Abb. 253.)

6 (1). Kürzester Abstand des Angulus cranialis von einem unterhalb der Spina gelegenen Punkte. Tasterzirkel.

7. Projektivische Länge der Spina scapulae: Geradlinige

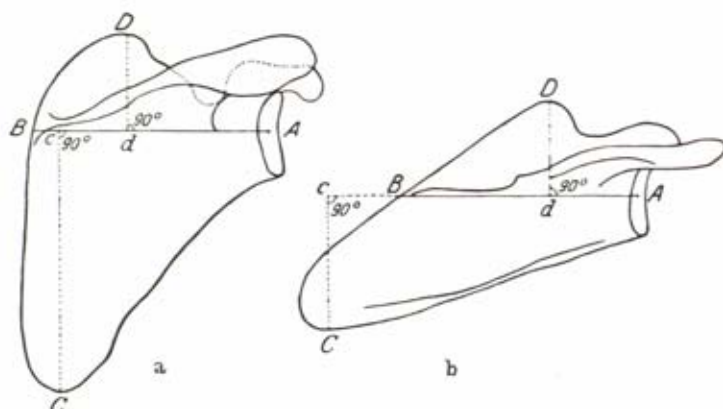


Abb. 254. Messung der Scapula (nach FREY, 1923): a) menschliche Scapula; b) Scapula von *Hylobates syndact*. Die Scapulae werden nach ihrer Kraftlinie orientiert, d. h. in derjenigen Richtung, in welcher vom Humerus aus der Druck auf die Scapula erfolgt; diese physiologische Länge  $AB$  ist identisch mit der morphologischen (nach MARTIN). Obere und untere Grube stellen im großen ganzen je ein Dreieck dar, dessen Grundlinie  $AB$  gegeben ist; das Maß ihrer Ausladung käme gleich einer Senkrechten von der Spitze dieses Dreiecks auf dessen Grundlinie. Wir unterscheiden nun folgende Maße und Indices: 1. Morphologische bzw. physiologische Länge:  $AB$  — 2. Höhe (bzw. Breite) der Fossa supraspinata: Senkrechte von  $D$  auf  $AB = Dd$ . — 3. Höhe (bzw. Breite) der Fossa infraspinata: Senkrechte von  $C$  auf  $AB = Cc$ . — Breite der Schulterblatt-Platte:  $Cc + Dd$ . — 5. Spinalgruben-Index (biologischer):  $\frac{Dd \times 100}{Cc}$ . — 6. Scapularindex (biologischer)  $\frac{AB \times 100}{Dd + Cc}$ .

Entfernung des am meisten seitlich vorstehenden Punktes des Akromion von demjenigen Punkte des Vertebralrandes, der in der Mitte zwischen den beiden Lippen der Spina gelegen ist ( $F-B$ ). Gleitzirkel. (Abb. 253.)

8. Länge der Basis spinae: Geradlinige Entfernung desjenigen Punktes des Vertebralrandes, der in der Mitte zwischen den beiden Lippen der Spina gelegen ist ( $B$ ), von dem am meisten lateral gelegenen Fußpunkte dieser Spina. Gleitzirkel. (Abb. 253.)

9. Größte Breite des Akromion: Geradlinige Entfernung des am hinteren Winkel des Akromion am meisten kaudal gelegenen Punktes vom Vorder- rand dieses Fortsatzes. Gleitzirkel.

10. Länge des Akromion: Geradlinige Entfernung des am meisten lateral vorstehenden Punktes des Akromion von dem am meisten kaudal gelegenen Punktes am hinteren Winkel dieses Fortsatzes. Gleitzirkel.

11. Größte Länge des Processus coracoideus: Geradlinige Entfernung der Spitze des Processus coracoideus von der Wurzel desselben am Margo cranialis. Gleitzirkel.

12. Länge der Cavitas glenoidalis: Geradlinige Entfernung des auf der Umschlagkante der Gelenkfläche am meisten kranial von dem am meisten kaudal gelegenen Punkte ( $G-I$ ). Gleitzirkel. (Abb. 253.)

13. Breite der Cavitas glenoidalis: Größte Breite senkrecht auf die Länge, auf den seitlichen Umschlagskanten der Gelenkfläche zu messen. Gleitzirkel.

14. Tiefe der Cavitas glenoidalis: Geradlinige Entfernung des am tiefsten gelegenen Punktes der Längskurve der Clavitas glenoidalis von einer



Geraden, welche die beiden Endpunkte des Längsdurchmessers miteinander verbindet. Koordinatenzirkel.

14a. Tiefe der Gelenkgrube (MOLLISON): Größter Abstand des Längsrisse von einer in der Längsrichtung angelegten Tangente.

15. Breitenlängen-Winkel der Scapula: Winkel, die die anatomische Länge (A—B) mit der anatomischen Breite (D—C) bildet (Abb. 253). Auch mit RIEDS Meßbrett zu messen.

Um die Winkel Nr. 15 bis Nr. 21 genau bestimmen zu können, sticht man die dazu notwendigen Punkte A, B, C, D, E, F (Abb. 253) mittels des Parallelographen auf einem Blatt Papier ab, verbindet sie durch Bleistiftlinien und liest die Winkel mittels des Transporteurs ab. Zu diesem Zweck wird die Scapula an der Spina mit ihrer Facies costalis nach oben gedreht, durch einen Zangenhalter mit Kugelgelenk gefaßt und unter Zuhilfenahme einer Horizontiernadel so lange gerichtet, bis die Punkte A, B und C in einer Horizontalebene liegen. Hierauf erfolgt die Abstechung der sechs Punkte.

15a. Scapulospinal-Winkel: An Stelle der anatomischen Länge ist auch die Basislinie der Spina, die am besten die Richtung derselben (ohne Rücksicht auf das Akromion) wiedergibt, als Winkelschenkel gewählt worden.

15b. Winkel, den der Vertebralrand mit der Spinalachse bildet. Da der Vertebralrand nur selten eine gerade Linie darstellt, unterliegt die Bestimmung dieses Winkels einer großen Fehlerbreite.

16. Axillospinal-Winkel: Winkel, den die morphologische Länge (A—B) mit der Länge des Margo axillaris (I—C) bildet. Technik wie in Nr. 15.

17. Axilloglenoidal-Winkel: Winkel, den die Länge der Cavitas glenoidalis (G—I) mit der Länge des Margo axillaris (I—G) bildet. Technik wie in Nr. 15.

18. Vertebroglenoidal-Winkel: Winkel, den die Länge der Cavitas glenoidalis mit der anatomischen Breite der Scapula bildet.

19. Spinoinfraspinale-Winkel: Winkel, den die anatomische Länge der Scapula mit der anatomischen Breite der Fossa infra spinam bildet.

20. Spinosupraspinale-Winkel: Winkel, den die anatomische Länge der Scapula mit der anatomischen Breite der Fossa supra spinam bildet.

22. Spinoglenoidal-Winkel: Winkel, den die Länge der Cavitas glenoidalis mit der anatomischen Länge der Scapula bildet. Man lese den Winkel oberhalb der Linie A—B ab (Abb. 253).

## Indices:

### Scapular-Index:

$$= \frac{\text{Anatomische Länge (2)} \times 100}{\text{Anatomische Breite (1)}}$$

### Längen-Index der Scapula:

$$= \frac{\text{Anatomische Länge (2)} \times 100}{\text{Länge der Scapula (2a)}}$$

### Infraspinale-Index:

$$= \frac{\text{Projektivische Breite d. Fossa infra spinam (5)} \times 100}{\text{Anatomische Länge (2)}}$$

### Supraspinale-Index:

$$= \frac{\text{Projektivische Breite d. Fossa supra spinam (6)} \times 100}{\text{Anatomische Länge (2)}}$$

### Marginal-Index:

$$= \frac{\text{Länge des Margo axillaris (3)} \times 100}{\text{Anatomische Breite (1)}}$$

**Spinalgruben-Index:**

$$a) = \frac{\text{Projektivische Breite d. Fossa supra spinam (6)} \times 100}{\text{Projektivische Breite der Fossa infra spinam (5)}}$$

$$b) = \frac{\text{Anatomische Breite d. Fossa supra spinam (6a)} \times 100}{\text{Anatomische Breite der Fossa infra spinam (5a)}}$$

**Längenbreiten-Index der Cavitas glenoidalis:**

$$= \frac{\text{Breite der Cavitas glenoidalis (13)} \times 100}{\text{Länge der Cavitas glenoidalis (12)}}$$

**Krümmungs-Index der Cavitas glenoidalis:**

$$= \frac{\text{Tiefe der Cavitas glenoidalis (14)} \times 100}{\text{Länge der Cavitas glenoidalis (12)}}$$

**5) Humerus**

1. **Größte Länge des Humerus:** Geradlinige Entfernung des höchsten Punktes des Caput humeri von dem tiefsten Punkt der Trochlea. Meßbrett. Das Caput wird an die vertikale Querwand angelegt.

1a. **Caput-Trochlearlänge (GIESELER):** Dasselbe wie Maß Nr. 1. Meßbrett. Nur mit dem Unterschied, daß das Maß bei den Anthropoiden projektivisch zur Längsachse gemessen wird. Praktisch ist zwischen beiden Maßen nahezu keine Differenz. Die neutrale Bezeichnung „Caput-Trochlearlänge“ wurde deshalb gewählt, weil bei Orang-Utan nicht selten Maß 2 Maß 1 übertrifft.

2. **Ganze Länge des Humerus:** Abstand des höchsten Punktes des Caput humeri von dem tiefsten Punkt des Capitulum. Meßbrett. Die Knochenachse muß mit der Längsachse des Meßbretts parallel laufen. Das Maß wird projektivisch auf die Längsachse des Knochens genommen und entspricht ziemlich genau der am Lebenden festzustellenden Oberarmlänge.

GIESELER nimmt das gleiche Maß bei Anthropoiden und nennt es aus dem oben angeführten Grund Caput-Capitulum-Länge.

3. **Obere Epiphysenbreite (obere Breite):** Abstand des am meisten nach medial gerichteten Punktes der Gelenkfläche des Caput von dem am meisten seitlich vorstehenden Punkt des Tuberculum majus. Meßbrett. Der Knochen wird mit seiner Hinterfläche derart auf das Meßbrett gelegt, daß die mediale Fläche des Caput und der Epicondylus medialis die senkrechte Längswand berühren. Man bestimmt hierauf durch Tasten mit dem Winkel am Tuberculum majus die größte Breite.

3 (1). **Transversaler oberer Durchmesser:** Abstand des Tuberculum majus vom medialen unteren Rand der Gelenkfläche. Gleitzirkel.

3 (2). **Transversale Dicke am Collum chirurgicum:** Abstand der medialen von der lateralen Knochenfläche, in der Höhe des Collum chirurgicum gemessen. Gleitzirkel.

4. **Untere Epiphysenbreite (Epicondylenbreite):** Abstand des höchsten seitlich vorspringenden Punktes am Epicondylus lateralis von der entsprechenden Spitze des Epicondylus medialis. Meßbrett. Lagerung des Knochens wie bei Maß Nr. 3. Der Winkel tastet am Epicondylus lateralis.

4a. **Größte Epicondylenbreite:** Geradlinige Entfernung des höchsten Punktes am Epicondylus radialis von dem entsprechenden Punkte des Epicondylus ulnaris. Gleitzirkel.

5. **Größter Durchmesser der Mitte:** Absolut größter Durchmesser ohne Rücksicht auf die sagittale oder transversale Ebene. Gleitzirkel. Die Knochenmitte wird aus dem Längenmaß Nr. 1 berechnet und mittels eines Bleistiftstriches auf dem Knochen markiert. An Knochen, an denen die Epiphysen abgebrochen

sind, läßt sich die Mitte oft noch annähernd nach dem Augenmaß bestimmen. Sie liegt meist einige Millimeter oberhalb der unteren Grenze der Tuberositas deltoidea.

6. **Kleinster Durchmesser der Mitte:** Absolut kleinster Durchmesser ohne Rücksicht auf eine Ebene oder die Lage des größten Durchmessers. Gleitzirkel. Zur Feststellung des Maßes dreht man den Knochen zwischen den beiden zugespitzten und gekanteten Armen des Instrumentes, bis der kleinste Durchmesser gefunden ist.

6a. **Gleiches Maß, jedoch im Niveau der Tuberositas deltoidea** genommen. Gleitzirkel.

6b. **Transversaler Durchmesser der Schaftmitte** (GIESELER): Abstand der medialen von der lateralen Knochenfläche in der Mitte des Schaftes. Gleitzirkel. Der Gleitzirkel wird in der Transversalebene gehalten. Dieses Maß stimmt nicht genau mit Maß Nr. 5 überein, da bei diesem nicht Rücksicht auf die Transversalebene genommen wird.

6c. **Sagittaler Durchmesser der Schaftmitte** (GIESELER): Abstand der Vorderfläche von der Hinterfläche des Knochens in der Mitte des Schaftes. Gleitzirkel wird in der Sagittalebene gehalten. Das Maß steht senkrecht zu dem eben beschriebenen.

7. **Kleinster Umfang der Diaphyse:** Meist Umfang etwas unterhalb der Tuberositas deltoidea. Bandmaß.

7a. **Umfang der Mitte:** Umfang an derjenigen Stelle der Diaphyse gemessen, an welcher die Durchmesser genommen werden. Bandmaß.

8. **Umfang des Caput:** Umfang des Kopfes entlang der Knorpelgrenze. Bandmaß.

Bei Gorilla und auch Orang-Utan ist die Knorpelgrenze oft verwischt durch ein Übergreifen auf das Tuberculum majus oder minus; sie kann dann nach dem übrigen Verlauf auch an diesen Stellen bestimmt werden (GIESELER).

9. **Größter transversaler Durchmesser des Caput** (Breitendurchmesser): Geradlinige Entfernung der beiden am meisten vorstehenden Punkte der seitlichen Knorpelränder voneinander. Taster oder Gleitzirkel. Der transversale Durchmesser liegt bei senkrechter Stellung des Humerus horizontal.

Der Humerus wird in der linken Hand senkrecht gehalten und so gedreht, daß man auf die größte Breitenausdehnung des Kopfes sieht (GIESELER).

10. **Größter sagittaler Durchmesser des Caput** (Höhen- oder Längendurchmesser, größter vertikaler Durchmesser): Geradlinige Entfernung des höchsten vom tiefsten Punkt des Knorpelrandes senkrecht zum transversalen Durchmesser. Taster- oder Gleitzirkel.

11. **Breite der Trochlea:** Geradlinige Entfernung des Mittelpunktes des Seitenrandes der Trochlea vom Mittelpunkt des Seitenrandes des Capitulum. Gleitzirkel. Das Maß wird in der Richtung der sog. Trochlearachse genommen. Vergleiche unter Nr. 18.

12. **Breite des Capitulum:** Geradlinige Entfernung des am meisten lateral ausgelagerten Punktes des Capitulum von der seitlichen Vertiefung zwischen diesem und der Trochlea. Gleitzirkel.

12a. **Breite der Trochlea und Capitulum** (GIESELER): Abstand des Mittelpunktes des Trochlearaußenrandes (Punkt a) vom Mittelpunkt des Capitulumaußenrandes (Punkt b). Gleitzirkel.

12b. **Breite des Capitulum** (GIESELER): Geradlinige Entfernung des Mittelpunktes des Trochlea-Capitulumrandes (Punkt c) vom Mittelpunkt des Capitulumaußenrandes (Punkt b). Gleitzirkel.

13. **Tiefe der Trochlea:** Geradlinige Entfernung des hintersten von dem vordersten Punkt des medialen Seitenrandes der Trochlea. Gleitzirkel.



14. **Breite der Fossa olecrani:** Geradlinige Entfernung der beiden am meisten seitlich ausgebuchteten Punkte des Oberrandes der Fossa olecrani. Gleitzirkel.

15. **Tiefe der Fossa olecrani:** Geradlinige Entfernung des tiefsten Punktes der Fossa olecrani von einer Geraden, welche die beiden Meßpunkte des Breitenmaßes miteinander verbindet. Koordinatenzirkel.

16. **Condylo-Diaphysenwinkel** (Trochlear- oder Cubitalwinkel, angle de divergence): Winkel, den die Diaphysenachse mit einer an die Unterflache der Trochlea angelegten Tangente (Trochleartangente) bildet. Meßbrett.

Bei Anthropoiden ist die untere Diaphysenachse zu nehmen (GIESELER).

Man befestigt einen schwarzen Faden mit zwei Wachsstückchen in der Weise über die Hinterfläche des Knochens, daß er, besonders in seinem distalen Abschnitt, in zwei seitliche Hälften geteilt wird. Hierauf legt man den Knochen mit seiner Vorderseite auf das Meßbrett, preßt die Trochlea fest an die senkrechte Querwand an, spannt den Faden in der Richtung der Achse über dieselbe und liest mit dem Transporteur denjenigen Winkel ab, den die Kante der Querwand mit dem Faden bildet. Statt den Faden über die Querwand zu spannen, kann man auch einfach den Transporteur etwas noch oben verschieben, nur muß natürlich sein Nullstrich mit der Querkante parallel laufen. Der Winkel ist fast immer positiv, d. h. die Trochleartangente ist nach außen und oben geneigt.

Bei der Mehrzahl der Anthropoiden liegt der eine Punkt am Capitulum, der andere an der Trochlea; darum wird die Cubitaltangente (Tangente an die Unterfläche von Trochlea und Capitulum) gewählt. Es können jedoch bei Gorilla beide tiefste Punkte an der Trochlea liegen, dann decken sich Cubital- und Trochleartangente. RIEDS Meßbrett.

17. **Capito-Diaphysenwinkel** (Winkel der Caputachse): Winkel, den die Knorpelrand-Ebene des Caput mit der Diaphysenachse bildet. Man markiert sowohl die Diaphysenachse als auch den Knorpelrand des Caput auf der Hinterfläche des Knochens durch schwarze Fäden und liest an deren Schnittpunkt mittels Transporteurs den Winkel ab (keine gerade Linie). Oder man markiert mit dem Bleistift sowohl die Endpunkte des sagittalen Durchmessers des Caput als auch auf der Hinterfläche des Knochens die Diaphysenachse. Hierauf wird der Knochen, mit seiner Vorderfläche nach unten, horizontal in den Kubuskraniophor geschraubt, so daß die Endpunkte des sagittalen Durchmessers des Caput in gleicher Höhe liegen. Hierauf punktiert man mittels des Parallelographen diese beiden Punkte sowie zwei weit voneinander liegende Punkte der Diaphysenachse ab und liest auf dem Papier mittels des Transporteurs den Winkel ab. Oder RIEDS Meßbrett.

18. **Humerus-Torsion:** Winkel, den die Caputachse mit der Trochlearachse bildet. Man bestimmt die Caputachse in der Weise, daß man einen schwarzen Faden am Tuberculum majus mittels Wachs befestigt und von hier aus in der Art über den Gelenkkopf legt, daß die Gelenkfläche in zwei seitliche Hälften geteilt wird. Auch das untere Ende des Fadens wird unterhalb des Kopfes mittels etwas Wachs befestigt und hierauf in der Ebene dieses Fadens eine Stahlnadel horizontal angebracht. Die Trochlearachse wird an der Unterfläche ebenfalls durch eine aufgeklebte Stahlnadel markiert, die nach dem Augenmaß den medialen Trochlearrand und das Capitulum (und damit die ganze Trochlea) halbiert. Hierauf wird der Knochen in vertikaler Richtung in ein Knochenstativ geschraubt, so daß die Stahlnadeln bei Betrachtung von oben sich schneiden. Dann punktiert man mittels des Parallelographen die beiden Achsen ab und bestimmt auf dem Papier

mittels des Transporteurs den Winkel, der die Torsion angibt. Oder mit RIEDS Meßbrett zu messen. GEGENBAUR wählte als untere Achse die Epicondylenachse.

Die gleichen Winkel nennt GIESELER:

18 a. **Torsionswinkel**: Winkel, den die vertikale Caputachse mit der unteren Trochlearachse bildet. RIEDS Meßbrett.

Die vertikale Caputachse wird dadurch bestimmt, daß man beim senkrechten Halten des Knochens auf die größte Ausbildung der Gelenkfläche sieht und diese nun vom Tuberculum majus herab durch Faden oder Bleistiftstrich in zwei möglichst gleichgroße Teile zerlegt. Die untere Trochlearachse wird ebenso bei senkrecht gehaltenem Humerus bestimmt, indem Trochlea und Capitulum durch Bleistiftmarkierung quer halbiert werden.

Der Knochen wird mit der Volarseite auf das Meßbrett gelegt. Vor die vertikale Schleife wird zunächst das proximale Ende gebracht und die Caputachse durch Faden markiert; abgelesen wird nicht der spitze Winkel, sondern der Ergänzungswinkel zu 180°. Dann kommt das distale Ende vor die Schleife; die untere Trochlearachse wird durch Faden bezeichnet und der Winkel abgelesen. Der Torsionswinkel wird durch Addition oder Subtraktion gefunden: Verläuft nämlich von der Schleife die Trochlearachse nach derselben Seite wie die Caputachse, so sind beide Winkel zu subtrahieren; verläuft sie nach der anderen Seite, so ist vom Ergänzungswinkel des Caputachsenwinkels derjenige der Trochlearachse zu addieren.

18 b. **Sagittale Schaftkrümmung**: Abstand des höchsten Krümmungspunktes der Dorsalfäche von einer der beiden tiefsten verbindenden Geraden. Meßbrett, Keil, Perigraph. (Vgl. Technik bei RIED, 1924.)

Nur bei Anthropoiden bestimmbar, da bei Homo der Schaft im allgemeinen nicht oder ganz wenig gekrümmt ist. Wichtig für Gorilla und Orang-Utan, bei welchen der Schaft nach hinten konvex gebogen ist.

## Indices:

### Diaphysenquerschnitt-Index:

$$= \frac{\text{Kleinster Durchmesser der Mitte (6)} \times 100}{\text{Größter Durchmesser der Mitte (5)}}$$

### Längendicken-Index (indice de robusticité):

$$= \frac{\text{Kleinster Umfang der Diaphyse (7)} \times 100}{\text{Größte Länge (1)}}$$

### Index des Caput-Querschnittes:

$$= \frac{\text{Größter transversaler Caput-Durchmesser (9)} \times 100}{\text{Größter sagittaler Caput-Durchmesser (10)}}$$

### Trochlea-Epicondylen-Indices:

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Breite der Trochlea (11)} \times 100}{\text{Größte Epicondylenbreite (4a)}} \\ &= \frac{\text{Breite der Trochlea (11)} \times 100}{\text{Untere Epiphysenbreite (4)}} \\ &= \frac{\text{Breite des Capitulum (12b)} \times 100}{\text{Untere Epiphysenbreite (4)}} \end{aligned}$$

$$\text{Krümmungsradius: } r = \frac{a^2 + 4h^2}{8h} = \frac{a^2}{8h} + \frac{2}{h}$$

wobei: a = Sehne der Krümmung,  
h = Höhe der Krümmung.

$$\text{Krümmungsindex: } = \frac{\text{Höhe der Krümmung (h)} \times 100}{\text{Sehne der Krümmung (a)}}$$

### Lageindex des Scheitelpunktes:

$$= \frac{\text{Abstand: Scheitelpunkt — distales Humerusende (c)} \times 100}{\text{Caputtrochlearlänge (1)}}$$

## 1) Radius (Abb. 255)

1. **Größte Länge des Radius**: Abstand des am meisten proximal auf dem Rand des Radiusköpfchens gelegenen Punktes von der Spitze des Pro-

cessus styloides, ohne Rücksicht auf die Längsachse des Knochens. Meßbrett. Das Maß ist etwas größer als das am Lebenden in Pronationsstellung genommene.

1a. Capitulum-Tuberositasabstand (GIESELER): Entfernung des proximalen medialen Capitulumrandes von der Mitte der Tuberositas radii. Gleitzirkel.

Die Tuberositas radii wird in ihrer Länge halbiert, die Mitte durch einen Querschnitt bezeichnet. Der untere Querstab des Gleitzirkels liegt in der Mitte des Striches an, der Längsstab läuft parallel zur Collumachse, der obere Arm ruht senkrecht über dem Tuberositasmaßpunkt auf dem Capitulumrand.

1b. Parallele Länge: Abstand des lateralen Randes des Radiusköpfchens von der Spitze des Proc. styloides. Gleitzirkel.



2. Funktionelle Länge des Radius (Gelenkflächen-Abstand): Geradlinige Entfernung der tiefsten Stellen der beiden Gelenkflächen voneinander. Tasterzirkel.

Da die Anthropoidenradii die menschlichen sehr beträchtlich an Größe überragen, reicht für dieses Maß, vor allem bei Orang-Utan und Gorilla, der gewöhnliche Tasterzirkel nicht aus, man nimmt dafür den großen, der beim Menschen für Beckenmaße verwandt wird, oder steckt in den Stangenzirkel die beiden gebogenen Arme (GIESELER).

3. Kleinster Umfang: Umfang des Radius an der dünnsten Stelle des Knochens, jedoch stets unterhalb der Knochenmitte, d. h. zwischen ihr und der distalen Epiphyse zu messen. Bandmaß.

4. Transversaler Durchmesser des Schaftes: Größter Durchmesser der Diaphyse, an derjenigen Stelle gemessen, an welcher die Crista interossea die stärkste Entwicklung zeigt. Gleitzirkel.

4a. Transversaler Durchmesser der Schaftmitte (GIESELER): Abstand der medialen von der lateralen Knochenfläche in der Mitte des Schaftes. Gleitzirkel.

Beim Menschen wird der „transversale Durchmesser des Schaftes“ an der Stelle der stärksten Cristaentwicklung gemessen. Die Crista fehlt jedoch bei Anthropoiden oft oder ist nur schwach ausgebildet (Orang-Utan, Schimpanse). Selbst bessere Ausprägungsgrade (Schimpanse, Gorilla) lassen die mitunter sehr starke, spitz ausgezogene und weit herabreichende Crista des Menschen vermissen. Darum wird der transversale Durchmesser in der Mitte des Schaftes (Hälfte von Maß 2) genommen.

4 (1). Transversaler Durchmesser des Capitulum (obere Epiphysenbreite): Abstand der medialen von der lateralen Fläche der Circumferentia radii in der Transversalebene. Gleitzirkel.

4 (2). Transversaler Durchmesser des Collum: Abstand der medialen Collumfläche von der lateralen an der Stelle der stärksten Einschnürung des Collum in der Transversalebene. Gleitzirkel.

Abb. 255. Rechter Radius von vorn gesehen.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. (nach FISCHER).

5. Sagittaler Durchmesser des Schaftes: Durchmesser der Diaphyse im Niveau und senkrecht zum Transversaldurchmesser von 4. Gleitzirkel.

Verschiedene Autoren (VERNEAU u. a.) messen unmittelbar oberhalb der rauen Fläche für den M. pronator teres. Der Unterschied der beiden Maße dürfte nur gering sein.

5a. Sagittaler Durchmesser des Schaftes (GIESELER): Abstand der vorderen von der hinteren Knochenfläche in der Mitte des Schaftes. Gleitzirkel. Im gleichen Niveau und senkrecht zu Maß 4a genommen.

5 (1). Sagittaler Durchmesser des Capitulum: Abstand der vorderen von der hinteren Fläche der Circumferentia radii in der Sagittalebene. Gleitzirkel. Das Maß wird senkrecht zu Maß 4 (1) genommen.



5 (2). **Sagittaler Durchmesser des Collum:** Abstand der vorderen von der hinteren Collumfläche, senkrecht zu Maß 4 (2). Gleitzirkel.

5 (3). **Umfang des Capitulum:** Größter Umfang der Circumferentia radii. Bandmaß.

5 (4). **Umfang des Collum:** Umfang an der Stelle, an der die Durchmesser genommen sind. Bandmaß.

5 (5). **Umfang der Schaftmitte:** Umfang im Niveau der beiden Mittendurchmesser. Bandmaß.

5 (6). **Untere Epiphysenbreite:** Projektivischer Abstand des am meisten medial von dem am meisten lateral gelegenen Punkte der unteren Epiphyse. Meßbrett.

Die Knochen werden mit ihrer Volarseite auf das Meßbrett gelegt, derart, daß immer der laterale Meßpunkt der Längswand anliegt (wegen transversaler Schaftkrümmung!) und die untere Schaftlängsachse parallel zur Längenausdehnung des Brettes verläuft.

Da der Radius der Anthropoiden transversal stark gekrümmt ist, kann man den Schaft in zwei Adisen zerlegen, eine obere und eine untere. Die obere reicht von der Tuberositas radii bis zur Schaftmitte (Hälfte von Maß 2), die untere von der Schaftmitte bis unmittelbar zur distalen Epiphyse. Zu diesen beiden kommt als dritte Längsachse diejenige des Collum.

Mit dem Winkel wird am freien medialen Meßpunkt getestet. Dieser liegt beim Menschen an der Außenfläche des Processus styloides, bei den Anthropoiden aber, mit Ausnahme einiger Orang-Utan, oberhalb an einer Muskelecrista, die der menschlichen für den M. abd. poll. long. und dem M. ext. poll. brevis entspricht.

#### 6. Schaftkrümmung (sog. Krümmungs-Index):

$$= \frac{\text{Höhe der Schaftkrümmung} \times 100}{\text{Länge der Schaftsehne}}$$

Zur Berechnung dieses Maßes stellt man zunächst eine Umrisszeichnung des Knochens her. Der Radius wird mit seiner volaren Fläche nach oben so auf dem Objektbrett des Dioprographen mit Wachs befestigt, daß der Mittelpunkt der Fovea capituli und die Endpunkte der queren Halbierungslinie der unteren Gelenkfläche (auf der Spitze des Processus styloideus und in der Mitte der Kante zwischen Gelenkfläche und Incisura radii gelegen) in eine Horizontalebene fallen. Hierauf zeichnet man den ganzen Umriss (Abb. 255) und trägt in diesen den Collo-Diaphysenwinkel ein (Maß Nr. 7). Von dem Scheitelpunkt dieses Winkels (c) fällt man eine Senkrechte der Collumachse auf den lateralen Umriss. Der so gefundene Punkt (a) gibt die obere Grenze des Schaftes an. Als untere Grenze des Schaftes wählt man die Stelle, an der die starke Verbreiterung des Gelenks beginnt (b). Verbindet man diese beiden Punkte (a und b) durch eine Gerade, die dem unteren Punkte als Tangente sich anlegt (= Sehne des Krümmungsbogens), und fällt von der höchsten Erhebung der Krümmung eine Senkrechte auf diese Sehne (= Höhe des Bogens), so braucht man nur noch diese beiden Dimensionen auf der Zeichnung zu messen, um den obigen Index, d. h. die Schaftkrümmung, zu berechnen.

Bei Anthropoiden sind zu unterscheiden eine transversale und eine sagittale Diaphysenkrümmung. Die erste ist die größere, sie zieht mit ihrer Konvexität nach lateral, während die sagittale kleinere nach hinten konvex ist.

6a. **Transversale Diaphysenkrümmung:** Abstand des höchsten Punktes der Krümmung der Lateralseite von einer der die beiden tiefsten Punkte verbindenden Geraden. Meßbrett, Keil, Perigraph (RIED).

6b. **Sagittale Diaphysenkrümmung:** Abstand des höchsten Krümmungspunktes der Dorsalfläche von einer der beiden tiefsten Punkte verbindenden Geraden. RIEDS Meßbrett.

7. **Collo-Diaphysenwinkel:** Winkel, den die Collumachse mit der Achse des proximalen Abschnittes des Schaftes bildet. Man fixiert die beiden Achsen durch zwei Nadeln mittels Wachs an der Volarseite des Knochens und

liest den Winkel mittels eines durchsichtigen Transporteurs ab. Der Winkel kann auch an der Umrißzeichnung (vgl. Nr. 6) gemessen werden (Abb. 255) oder mit RIEDS Meßbrett.

7a. Transversaler Collo-Corpuswinkel (trans. Halsschaftwinkel): Winkel, den die Collumlängsachse mit der oberen Schaftachse in der Transversalebene bildet. RIEDS Meßbrett. Gleiches Maß wie 7, nur wird der Winkel nicht „Collo-Diaphysenwinkel“ genannt, da das Collum auch noch zur Diaphyse gehört. Der Radius liegt mit seiner Dorsalfläche auf dem Brett, und zwar sein proximales Ende unter der horizontalen Schleife. Ein Faden gibt die Collum-, ein zweiter die obere Schaftachse an.

7b. Sagittaler Collo-Corpuswinkel (sag. Halsschaftwinkel): Winkel, den die Collumlängsachse mit der oberen Schaftachse in der Sagittalebene bildet. RIEDS Meßbrett. Der Radius wird derart mit Plastilin unterstützt, daß eine Lateralfläche dem Meßbrett aufliegt und der proximale Teil sich unter der horizontalen Schleife befindet. Der eine Faden bezeichnet die Collumachse, der andere die obere Schaftachse. Es ist auch in dieser Ansicht eine obere und untere Schaftachse zu trennen, da neben der starken Transversalkrümmung auch eine geringe sagittale bei Anthropoiden ausgeprägt ist.

8. Tuberositas-Lagewinkel: Winkel, den die Tuberositas-Basis-Ebene mit der Volarebene bildet. Man denkt sich durch die Basis der Tuberositas radii eine Ebene und legt den Knochen derart auf eine Unterfläche, daß diese Ebene horizontal, die Tuberositas nach oben gerichtet ist und das distale Gelenkende über die Unterfläche hinausragt. An letzterem fixiert man mittels einer Stahlnadel die Gelenkachse (Volarebene), die von der Spitze des Processus styloideus zur Mitte des Randes der Incisura ulnaris zieht, und liest am Rande der Unterfläche mittels Transporteurs den Winkel ab, den die Gelenkachse mit der Horizontalebene bildet.

8a. Gleiches Maß wie 8. RIEDS Meßbrett. Senkrecht zu einer durch die Basis der Tuberositas gedachte Ebene; in der Längsausdehnung der Tuberositas und in Fortsetzung der Collumachse ist eine Tuberositasachse angenommen. Befestigt man den Knochen derart mit Plastilin, daß je zwei sich transversal gegenüberliegende Punkte der Tuberositas gleich hoch vom Meßbrett entfernt sind, diese also nach oben sieht, so bildet diese Tuberositasachse einen Winkel von 90° mit der Unterlage. Das distale Ende des Knochens liegt dann vor der vertikalen Schleife; auf seiner Carpalgelenkfläche ist von der Spitze des Processus styloides zur Mitte des Randes der Incisura ulnaris vorher eine Längsachse gezogen (starke Ausbildung des Höckers, der die Incisura ulnaris überdacht, bleibt unberücksichtigt). Der eine Faden der Schleife wird auf diese Längsachse eingestellt; abgelesen wird der Winkel zwischen Brettebene und Faden. Ergänzungswinkel zu dem in Nr. 8 angegebenen (GIESELER).

### Indices:

#### Längendicken-Index:

$$= \frac{\text{Kleinsten Umfang (3)} \times 100}{\text{Funktionelle Länge (2)}}$$

#### Diaphysenquerschnitts-Index:

$$= \frac{\text{Sagittaler Durchmesser des Schaftes (5)} \times 100}{\text{Transversaler Durchmesser des Schaftes (4)}}$$

$$= \frac{\text{Capitulum-Tuberositasabstand (1a)} \times 100}{\text{Größte Länge (1)}}$$

$$= \frac{\text{Transversaler Durchmesser des Capitulum (4 (1))} \times 100}{\text{Funktionelle Länge (2)}}$$

$$= \frac{\text{Untere Epiphysenbreite (5 (6))} \times 100}{\text{Funktionelle Länge (2)}}$$

$$= \frac{\text{Umfang der Schaftmitte (5 (5))} \times 100}{\text{Funktionelle Länge (2)}}$$

$$= \frac{\text{Umfang des Collum (5 (4))} \times 100}{\text{Umfang des Capitulum (5 (3))}}$$

9) Ulna (Abb. 256)

1. Größte Länge der Ulna: Abstand des höchsten Punktes des Olecranon vom tiefsten Punkte des Processus styloides. Meßbrett.

2. Funktionelle Länge der Ulna: Geradlinige Entfernung des tiefsten Punktes derjenigen Kante, welche auf der Oberfläche des Processus coronoides entlang zieht, bis zum tiefsten Punkt der Gelenkfläche des unteren Ulnaköpfchens. Der Processus styloides wird nicht mitgemessen. Tasterzirkel.

Für Anthropoiden größerer Tasterzirkel oder Stangenzirkel mit gebogenen Armen.

2 (1). Olecranon-Capitulumlänge: Abstand des höchsten Punktes des Olecranon vom tiefsten Punkt des Capitulum ulnae. Meßbrett.

Der Knochen wird mit seiner Medialfläche dem Meßbrett aufgelegt. Da der Processus styloides tiefer herabreicht als das Capitulum, kann dieses nicht unmittelbar der vertikalen Wand angelegt werden. Es ist ein viereckiges Schaltbrett von mindestens 1,5 cm Dicke zu Hilfe zu nehmen, das zirka 9 cm breit und 6 cm hoch in die Mitte des Unterandes einen 1,5 cm breiten und 2 cm hohen Einschnitt trägt. Dieses wird an die vertikale Wand angepreßt und in seinen Einschnitt hinein der Processus styloides geschoben, so daß nun das Capitulum dem Schaltbrett anliegt. Der Winkel tastet am höchsten Olecranonpunkt; von dem gefundenen Längenmaß ist natürlich die Dicke des Schaltbrettes abzuziehen. Bei diesem Maß wird die Sagittalkrümmung durch entsprechende Lagerung ausgeschaltet (GIESELER).

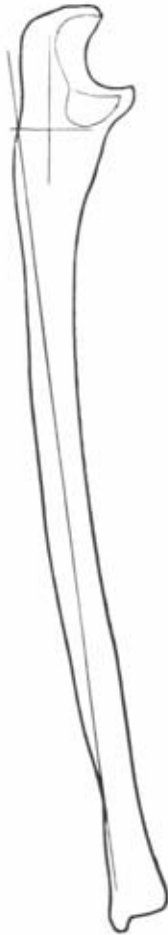
3. Umfang der Ulna: Kleinster Umfang nahe dem distalen Ende des Knochens. Bandmaß.

4. Schaftkrümmung von vorn nach hinten (sog. Krümmungsindex):

$$= \frac{\text{Höhe der Schaftkrümmung} \times 100}{\text{Länge der Schaftsehne}}$$

Zur Berechnung stellt man eine Umrißzeichnung (wie beim Radius) her. Der Knochen wird mit seiner lateralen Fläche so auf das Objektbrett des Diopetrographen gelegt und in Wachsbällen befestigt, daß die der Incisura sigmoidea entlangziehende Gratlinie (d. h. die Spitze des Olecranon, die Spitze des Processus coronoides und der Schnittpunkt des Grates mit der Querlinie) horizontal verläuft. An der Umrißzeichnung (Abb. 256) zieht man die Längsachse des proximalen Knochenabschnittes und fällt auf

Abb. 256. Rechte Ulna, von der lateralen Seite gesehen.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. (nach FISCHER).



diese durch den unteren Rand der Incisura radialis eine Senkrechte. Wo diese letztere die Kurve der Hinterseite des Knochens trifft, ist die obere Grenze des Schaftes. Von hier aus legt man in den Kurvenbogen eine Sehne, deren unteres Ende dadurch bestimmt wird, daß sie der Einziehung oberhalb des distalen Endes von innen als Tangente anliegt. Hierauf mißt man die Entfernung des höchsten Punktes der Kurve von dieser Sehne sowie die Länge des letzteren und berechnet den Index, d. h. die Schaftkrümmung.

4 a. Sagittale Schaftkrümmung: Entfernung des höchsten Krümmungspunktes der Dorsalfläche von einer die beiden tiefsten Punkte verbindenden Geraden. RIEDS Meßbrett, Keil, Perigraph.



5. **Höhe der Olecranon-Kuppe:** Abstand des höchsten Punktes der Olecranon-Kuppe von einer Ebene, die senkrecht zur Achse des proximalen Knochenabschnittes von der Spitze des Olecranonschnabels gefällt wird.

An der Kurvenzeichnung der Ulna in der Seitenansicht (Abb. 257) wird die Achse des proximalen Knochenabschnittes eingezeichnet und auf diese von der Spitze des Olecranonschnabels eine Senkrechte gefällt. Man mißt dann an der Zeichnung den senkrechten Abstand des höchsten Punktes der Olecranon-Kuppe von der letztgenannten Linie.

5 (1). **Höhe der proximalen Gelenkflächen:** Projektivischer Abstand des höchsten Punktes des Olecranon vom tiefsten Punkt der Incisura radialis. Meßbrett, Keil, umgesteckter Gleitzirkel. Die Ulna wird so mit ihrer Medialseite dem Brett aufgelegt, daß die obere Schaftachse in der Richtung der Brettlingsachse verläuft und die Olecranonebene (die Olecranonebene wird bestimmt durch: 1. die Spitze des Olecranonschnabels, 2. die Coronoidspitze und 3. durch einen beliebigen Punkt des Grates) parallel der Horizontalebene des Brettes liegt. Das distale Ende wird bei den stark gekrümmten Ulnae der Gorilla und Schimpansen durch Plastilin unterstützt; es berührt zur Sicherung der Lage die vertikale Wand. Am Oberrand des Olecranon liegt der Keil an; der umgesteckte Gleitzirkel berührt mit seinem unteren Ende die senkrechte Keilfläche, der spitze Arm des Schiebers ruht auf dem tiefsten Punkt der Incisura radialis.

5 (2). **Höhe der Humerus-Gelenkflächen:** Projektivischer Abstand des höchsten Punktes des Olecranon vom tiefsten Punkt des oberen Begrenzungsrandes der Incisura radialis. Meßbrett, Keil, umgesteckter Gleitzirkel. Lagerung wie beim vorigen Maß. Wichtig bei Messungen an Anthropoiden.



Abb. 257. Obere Hälfte einer rechten Ulna von der lateralen Seite (nach FISCHER).

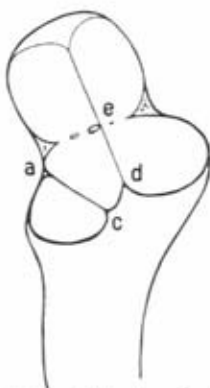


Abb. 258. Oberes Gelenkende einer Ulna mit Einwirkung der Endpunkte für die Messung von Nr. 9 und Nr. 10 (nach FISCHER).

6. **Breite des Olecranon:** Größte Breite senkrecht auf die Gratebene. Gleitzirkel. Die Stange des Instruments wird rechtwinkelig zur Mittellinie, d. h. zum Grat der Olecranon-Gelenkfläche, gehalten.

6 (1). **Obere Ulnabreite:** Abstand des am meisten medial von dem am weitesten lateral gelegenen Punktes des proximalen Endes. Meßbrett. Der mediale Meßpunkt liegt an dem medialen Seitenrand des Processus coronoides, der laterale ist der seitlichste Punkt der Incisura radialis. Die Ulna wird mit ihrer Hinterfläche so auf das Meßbrett gelegt, daß die Olecranonebene der langen Taster Wand parallel läuft. Der mediale Meßpunkt liegt der Längswand an, am lateralen Taster der Winkel.

7. **Tiefe des Olecranon:** Projektivischer Abstand der Spitze des Olecranonschnabels von der Hinterfläche des Olecranon. Gleitzirkel. Das Instrument wird in der Gratebene gehalten, so daß der eine Arm die Spitze des Olecranonschnabels berührt, während der zweite an der Hinterfläche des Olecranon anliegt.

7 (1). **Olecranon-Coronoidentfernung**: Geradlinige Entfernung der Spitze des Olecranonschnabels von der Spitze des Coronoidfortsatzes. Gleitzirkel. Nicht projektivisch, sondern als direkte Entfernung beider Punkte zu messen.

8. **Höhe des Olecranon**: Geradlinige Entfernung des Kreuzungspunktes des Olecranongrates mit der Querlinie des Gelenks (am unteren Ende des Grades) von dem höchsten Punkt der Olecranon-Kuppe. Gleitzirkel. Die Spitzen des Instruments werden auf die beiden Punkte aufgesetzt, wobei die Stange parallel der Gratebene verlaufen muß.

9. **Vordere Breite der radialen Gelenkhälfte auf dem Processus coronoideus** (Abb. 258): Geradlinige Entfernung des vorderen Endpunktes des Grades auf dem Processus coronoideus (d) von dem vordersten Punkte der Crista, welche die Incisura semilunaris von der Incisura radialis trennt (c). Gleitzirkel.

10. **Hintere Breite der radialen Gelenkhälfte auf dem Processus coronoideus**: Geradlinige Entfernung des hinteren Endpunktes des Grades auf dem Processus coronoideus (e) von dem hintersten Punkte der Crista, welche die Incisura semilunaris von der Incisura radialis trennt (a). Gleitzirkel.

11. **Dorso-volarer Durchmesser der Ulna**: Größter Durchmesser des Schaftes an der Stelle der größten Crista-Entwicklung. Gleitzirkel. Die Arme des Instruments liegen an der hinteren Knochenkante und der vorderen Knochenfläche an.

12. **Transversaler Durchmesser der Ulna**: Durchmesser an der Stelle der größten Crista-Entwicklung, genau senkrecht auf dem dorso-volaren Durchmesser. Gleitzirkel.

Die beiden Maße 11 und 12 sind für Anthropoidenmessungen nicht brauchbar, da bei Gorilla und Schimpanse die Crista nur schwach entwickelt ist.

13. **Oberer transversaler Durchmesser der Ulna**: Abstand des untersten Punktes der Incisura radialis von der entgegengesetzten Fläche des Knochens. Gleitzirkel.

14. **Oberer dorso-volarer Durchmesser der Ulna**: Größter Durchmesser senkrecht auf den transversalen im gleichen Niveau wie Nr. 13, d. h. unmittelbar unterhalb der Incisura radialis. Gleitzirkel.

15. **Ulnargelenkwinkel (Ulnarwinkel)**: Winkel, den die Ulnarschaftachse mit einer auf die Führungsleiste des Olecranon senkrecht gefällten Flexionsachse bildet. An der Zeichnung der Ulna in der Vorderansicht zu messen, indem man in diese die Schaftachse und die Gratprojektion einzeichnet. Auf die letztere wird an irgendeiner Stelle eine Senkrechte gefällt, die notwendigerweise mit der Flexionsachse parallel läuft, da sie je rechtwinklig zur Führungsleiste steht. Ablesen des Winkels mittels Transporteurs. Oder RIEDS Meßbrett.

15 a. **Gelenkschaftwinkel (GIESELER)**: Winkel, den die obere Ulnarschaftachse der Lateralseite mit einer Geraden bildet, die an die Spitze des Olecranonschnabels und des Processus coronoideus gelegt ist. RIEDS Meßbrett.

15 b. **Abknickungswinkel des proximalen Schaftendes**: Winkel, den die obere Schaftlängsachse mit der mittleren bildet. RIEDS Meßbrett.

Man kann aus Ulnargelenkwinkel und Condylodiaphysenwinkel des Humerus (Maß Nr. 16) auch den Armwinkel des Lebenden bestimmen.

(Radius + Ulna)

16. **Größte Breite des Spatium interosseum**: Größte Breite des Spatium interosseum bei einer gegenseitigen Lagerung der beiden Vorder-

armknochen, die etwa einer Mittelstellung der Hand zwischen Pro- und Supination entspricht. Gleitzirkel.

17. **Olecranonwinkel**: Winkel, den die Längsachse der beiden Vorderarmknochen mit der Radio-Ulnar-Gelenktangente bildet. Auf das Capitulum radii und die Coronoidgelenkfläche wird als Ellbogenflexionsachse eine Nadel geklebt; eine zweite befestigt man an der Führungsleiste des Olecranon. Man zeichnet hierauf eine Umrißkurve der beiden Knochen in ihrer Vorderansicht, trägt in dieselbe die genannten Achsen ein, und liest mittels Transporteurs den Winkel ab, der stets nach außen (radialwärts) offen ist.

### Indices:

#### Längendicken-Index:

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Umfang der Ulna (3)} \times 100}{\text{Funktionelle Länge der Ulna (2)}} \\
 &= \frac{\text{Größte Länge der Ulna (1)} \times 100}{\text{Olecranon-Capitulumlänge (2 (1))}} \\
 &= \frac{\text{Größte Länge der Ulna (1)} \times 100}{\text{Funktionelle Länge der Ulna (2)}} \\
 &= \frac{\text{Olecranoncapitulumlänge (2 (1))} \times 100}{\text{Funktionelle Länge der Ulna (2)}} \\
 &= \frac{\text{Höhe der proximalen Gelenkfläche (5 (1))} \times 100}{\text{Olecranoncapitulumlänge (2 (1))}} \\
 &= \frac{\text{Höhe der Olecranonkuppe (5)} \times 100}{\text{Olecranoncapitulumlänge (2 (1))}} \\
 &= \frac{\text{Obere Ulnabreite (6 (1))} \times 100}{\text{Olecranoncapitulumlänge (2 (1))}} \\
 &= \frac{\text{Breite des Olecranon (6)} \times 100}{\text{Olecranoncapitulumlänge (2 (1))}} \\
 &= \frac{\text{Umfang der Ulna (3)} \times 100}{\text{Olecranoncapitulumlänge (2 (1))}}
 \end{aligned}$$

#### Olecranon-Tiefen-Index:

$$= \frac{\text{Tiefe des Olecranon (7)} \times 100}{\text{Breite des Olecranon (6)}}$$

#### Olecranon-Höhen-Index:

$$= \frac{\text{Höhe des Olecranon (8)} \times 100}{\text{Breite des Olecranon (6)}}$$

#### Index der Höhe der Olecranonkuppe:

$$= \frac{\text{Höhe der Olecranonkuppe (5)} \times 100}{\text{Funktionelle Länge der Ulna (2)}}$$

#### Index der radialen Gelenkhälfte auf dem Processus coronoides:

$$= \frac{\text{Vordere Breite der radialen Gelenkhälfte (9)} \times 100}{\text{Hintere Breite der radialen Gelenkhälfte (10)}}$$

#### Diaphysenquerschnitts-Index:

$$= \frac{\text{Dorso-volarer Durchmesser der Ulna (11)} \times 100}{\text{Transversaler Durchmesser der Ulna (12)}}$$

#### Index der Platonie:

$$= \frac{\text{Oberer transversaler Durchmesser der Ulna (13)} \times 100}{\text{Oberer dorso-volarer Durchmesser der Ulna (14)}}$$

#### Breiten-Index des Spatium interosseum:

$$= \frac{\text{Größte Breite des Spatium interosseum (16)} \times 100}{\text{Funktionelle Länge der Ulna (2)}}$$



## c) Handskelett

a) Handwurzelknochen<sup>1)</sup>

## a) Os naviculare

Alle Knochen sind in natürlicher Stellung zu betrachten (RIED). Wo bei den einzelnen Punkten der Technik kein Instrument angegeben ist, ist stets die Schieblehre zu nehmen.

1. Größte Länge des Os naviculare: Größter Abstand des vorspringenden Punktes der Kante zwischen der proximalen und ulnaren Gelenkfläche zum entferntesten Punkt der entgegengesetzten radialen Fläche, projektivisch parallel zur Längsachse gemessen. Man nimmt das Naviculare so zwischen die Arme der Schieblehre, daß man auf die Facies proximalis sieht und die Längsachse des Knochens mit der Führungsschiene der Schieblehre gleichlaufend ist.

2. Breite des Os naviculare: Größte Entfernung des vorspringendsten Punktes der Umrahmung der Facies proximalis von der die beiden hervorragendsten Punkte der Facies distalis verbindenden Geraden. Man legt die prominentesten Punkte der Facies distalis so an einen Schieblehrarm, daß die Höhe der Facies distalis zur Breite des Armes parallel steht, und tangiert dann mit dem anderen Arm den vorspringendsten Punkt der Facies proximalis.

2a. Größte Breite: Größte Entfernung zwischen dem hervorragendsten Punkt der rauhen Leiste der Facies proximalis und dem entferntesten Punkt der scharfen Kante zwischen Facies dorsalis und Facies volaris, oder dem entferntesten Punkt der Radialkante projektivisch und rechtwinklig zu Maß 1 gemessen.

3. Höhe des Os naviculare: Entfernung des höchsten Punktes der Facies dorsalis von einer Ebene, welche den tiefsten Punkt der scharfen Kante zwischen Facies proximalis und Facies distalis und dem tiefsten Punkt des Tuberculum auf der Facies volaris verbindet. Man legt diese beiden Meßpunkte auf einen Schieblehrarm und berührt den hervorragendsten Punkt der Facies dorsalis. Die Höhe der Facies distalis steht zum Lineal der Schieblehre parallel.

3a. Größte Höhe: Größter Abstand zwischen dem entferntesten Punkt der Kante zwischen der Proximal- und Distalfläche und dem hervorragendsten Punkt der Dorsalfläche, projektivisch und rechtwinklig zu Maß 1 gemessen.

4. Länge der Gelenkfläche der Facies proximalis: Entfernung des äußersten Punktes der Kante zwischen proximaler und ulnarer Gelenkfläche (ähnlich wie bei Maß 1) zum entferntesten Punkt der Gelenkfläche (nicht Rand) in entgegengesetzter radialer Richtung, projektivisch gemessen.

5. Breite der Gelenkfläche der Facies proximalis: Entfernung der beiden äußersten Punkte der Gelenkfläche projektivisch und rechtwinklig zu Maß 4.

6. Größte Länge der Gelenkfläche der Facies distalis: Größter projektivischer Abstand der beiden entferntesten Punkte der Gelenkfläche in radio-ulnarer Richtung.

7. Größte Höhe (Breite) der Gelenkfläche der Facies distalis: Entfernung der beiden äußersten Punkte der Gelenkfläche in dorso-volarer Richtung, projektivisch und rechtwinklig zu Maß 6.

8. Tiefe der Facies distalis: Entfernung des tiefsten Punktes der Gelenkfläche von einer die beiden höchsten Punkte der Längskurve verbindenden Geraden. Kleiner Koordinatenzirkel.

<sup>1)</sup> Die Technik der Messung von Handwurzelknochen ist der einschlägigen Arbeit von H. A. RIED entnommen.

## Indices:

## Längenbreiten-Index:

$$= \frac{\text{Breite des Os naviculare (2)} \times 100}{\text{Größte Länge des Os naviculare (1)}}$$

## Längenhöhen-Index:

$$= \frac{\text{Höhe des Os naviculare (3)} \times 100}{\text{Größte Länge des Os naviculare (1)}}$$

## Höhenbreiten-Index:

$$= \frac{\text{Höhe des Os naviculare (3)} \times 100}{\text{Breite des Os naviculare (2)}}$$

## Längenbreiten-Index der Facies proximalis:

$$= \frac{\text{Breite der Gelenkfläche der Facies proximalis (5)} \times 100}{\text{Länge der Gelenkfläche der Facies proximalis (4)}}$$

## Längenhöhen-Index der Facies distalis:

$$= \frac{\text{Größte Höhe der Gelenkflächen der Facies distalis (7)} \times 100}{\text{Gr. L. d. beiden entf. Punkte d. Gelenkfl. d. Fac. dist. (6)}}$$

## Längentiefen-Index der Facies distalis:

$$= \frac{\text{Tiefe der Facies distalis (8)} \times 100}{\text{Größte Höhe der Gelenkfläche der Facies distalis (7)}}$$

## β) Os lunatum

1. Länge des Os lunatum: Entfernung des äußersten Punktes der Facies proximalis von einer die Endpunkte des halbmondförmigen Ausschnittes der Facies distalis verbindenden Geraden, projektivisch gemessen. Die Fläche der Facies radialis steht parallel zum Lineal der Schieblehre.

2. Größte Breite des Os lunatum: Entfernung des äußersten Punktes der Facies radialis vom entferntesten Punkt der Kante zwischen Facies ulnaris und Facies volaris, projektivisch und möglichst rechtwinklig zu Maß 1. Man hält das Os lunatum so, daß man auf die Facies distalis sieht und die Facies radialis zu den Armen der Schieblehre parallel steht.

3. Größte Höhe des Os lunatum: Entfernung der äußersten Punkte der Dorsal- und Volarfläche, projektivisch gemessen. Man legt die äußersten Punkte des halbmondförmigen Ausschnittes an das Lineal der Schieblehre und tangiert mit den Schieblehrarmen die Meßpunkte.

4. Größte Höhe der Gelenkfläche der Facies proximalis: Abstand des höchsten Punktes der Gelenkfläche (nicht Rand) dorsalwärts vom tiefsten Punkt volarwärts, projektivisch gemessen.

5. Größte Breite der Gelenkfläche der Facies proximalis: Die entferntesten Punkte der Gelenkfläche rechtwinklig zu Maß 5.

6. Größte Höhe der Gelenkfläche der Facies distalis: Abstand der beiden entferntesten Punkte in dorso-volarer Richtung.

7. Breite der Gelenkfläche in der Mitte der Facies distalis: Abstand der beiden entferntesten Punkte der Gelenkfläche rechtwinklig zu Maß 6. Dieses Maß bestimmt die Breite der Gelenkfacetten für das Os capitatum und das Os hamatum. Die Kante zwischen der Facette des Os hamatum und der Gelenkfläche für das Os triquetrum ist wegen des stumpfwinkeligen Zusammentreffens beider Flächen nur dann einwandfrei zu bestimmen, wenn man zuerst über die eine Fläche weg visiert und sich die äußerste Kante mit einem feinen Bleistiftstrich kennzeichnet, dann mit der anderen Fläche ebenso verfährt und schließlich die etwa vorhandene Differenz halbiert.

7a. Breite der Facette für das Os hamatum: projektivisch in der Mitte gemessen.

7b. Breite der Facette für das Os hamatum: projektivisch in der Mitte gemessen.

7c. Obere Breite der Gelenkfläche der Facies distalis.

7d. Untere Breite der Gelenkfläche der Facies distalis.

8. Größte Höhe der Gelenkfläche der Facies ulnaris, projektivisch annähernd in dorso-volarer Richtung wie Maß 6.

9. Größte Breite der Gelenkfläche der Facies ulnaris. Das Maß wird projektivisch und rechtwinklig zu Maß 8 genommen.

10. Größte Höhe der Gelenkfläche der Facies radialis: Projektivischer Abstand des am weitesten dorsalwärts von dem am tiefsten volarwärts liegenden Punkt der Gelenkfläche.

11. Größte Breite der Gelenkfläche der Facies radialis: Projektivisch und rechtwinklig zu Maß 10.

12. Größte Tiefe der Facies distalis: Entfernung des tiefsten Punktes des halbmondförmigen Ausschnittes von einer die beiden Endpunkte des Ausschnittes verbindenden Geraden. Kleiner Koordinatenzirkel.

13. Winkelstellung der Gelenkfläche der Facies ulnaris zur Facies distalis: Man befestigt mittels Plastilin des Os lunatum mit der Proximalseite so auf RIEDS Meßbrett, daß der halbmondförmige Ausschnitt nach oben sieht, tangiert mit je einem Faden der Schleife die beiden Facies und liest mit dem Meßdreieck den Winkel ab. RIEDS Meßbrett.

14. Winkelstellung zwischen der Gelenkfläche der Facies radialis und der Gelenkfacette für das Os capitatum. Wie bei Maß 13. RIEDS Meßbrett.

15. Winkel zwischen der Gelenkfacette für das Os capitatum und der Facette für das Os hamatum (wo eine solche vorhanden ist). Wie bei Maß 12. RIEDS Meßbrett.

## Indices:

### Längenbreiten-Index:

$$= \frac{\text{Größte Breite des Os lunatum (2)} \times 100}{\text{Länge des Os lunatum (1)}}$$

### Höhenlängen-Index:

$$= \frac{\text{Länge des Os lunatum (1)} \times 100}{\text{Größte Höhe des Os lunatum (3)}}$$

### Höhenbreiten-Index:

$$= \frac{\text{Größte Breite des Os lunatum (2)} \times 100}{\text{Größte Höhe des Os lunatum (3)}}$$

### Höhenbreiten-Index der Facies proximalis:

$$= \frac{\text{Größte Breite der Gelenkfläche der Facies proximalis (5)} \times 100}{\text{Größte Höhe der Gelenkfläche der Facies proximalis (4)}}$$

### Höhenbreiten-Index der Facies distalis:

$$= \frac{\text{Größte Höhe der Gelenkfläche der Facies distalis (6)} \times 100}{\text{Breite der Gelenkfläche in der Mitte der Facies distalis (7)}}$$

### Höhenbreiten-Index der Facies ulnaris:

$$= \frac{\text{Größte Breite der Gelenkfläche der Facies ulnaris (9)} \times 100}{\text{Größte Höhe der Gelenkfläche der Facies ulnaris (8)}}$$

### Höhenbreiten-Index der Facies radialis:

$$= \frac{\text{Größte Breite der Gelenkfläche der Facies radialis (11)} \times 100}{\text{Größte Höhe der Gelenkfläche der Facies radialis (10)}}$$



γ) *Ostriquetrum*

1. *Größte Länge des Ostriquetrum*: Projektivischer Abstand des äußersten Punktes der Distalfläche vom entferntesten Punkt der Proximalfläche. Man nimmt den unteren, dickeren Teil des *Ostriquetrum* so zwischen die beiden Schieblehreame, daß die *Facies volaris* nach oben sieht und die Facette für das *Os pisiforme* annähernd parallel zur Seitenfläche der Schieblehreame steht und tangiert in dieser Stellung des Knochens die beiden entferntesten Punkte.

2. *Größte Breite des Ostriquetrum*: Projektivischer Abstand des äußersten Punktes der Radialseite vom entferntesten Punkt der Ulnarseite. Man legt die Volarfläche oder nur die Facette für das *Os pisiforme* in der Längsrichtung an das Lineal des Schiebezirkels und tangiert mit den beiden Armen der Schieblehre die Meßpunkte

3. *Größte Höhe des Ostriquetrum*: Projektivischer Abstand des äußersten Punktes der Dorsalfläche vom entferntesten Punkt der Volarfläche. Man legt die Facette für das *Os pisiforme* an den einen Arm der Schieblehre und tangiert mit dem anderen Arm den höchsten Punkt der Dorsalfläche.

4. *Mittlere Breite der Gelenkfläche für das Os hamatum*: Projektivischer Abstand der Mitte der Kante zwischen der Facette für das *Os hamatum* und der Facette für das *Os lunatum* vom äußersten Punkt der ulnaren Kante der Gelenkfläche (nicht Rand).

5. *Größte Höhe der Gelenkfacette für das Os hamatum*: Projektivischer Abstand der äußersten Punkte der Gelenkfläche rechtwinklig zu Maß 4.

6. *Mittlere Breite der Facette für das Os lunatum*: Projektivischer Abstand der Mitte der disto-radialen Kante der Gelenkfläche vom entferntesten Punkt der Gelenkfläche gegen ihre proximale Kante hin.

7. *Größte Höhe der Gelenkfläche für das Os lunatum*: Projektivischer Abstand der beiden äußersten Punkte in dorsovolarer Richtung rechtwinklig zu Maß 6.

8. *Größte Breite der Gelenkfacette für das Os pisiforme*: Projektivischer Abstand der beiden äußersten Punkte in im allgemeinen radio-ulnarer Richtung, wo er sich findet.

9. *Größte Länge der Gelenkfacette für das Os pisiforme*: Projektivischer Abstand der beiden äußersten Punkte der Gelenkfacetten in ungefähr proximo-distaler Richtung rechtwinklig zu Maß 8.

*Indices:**Breitenlängen-Index:*

$$= \frac{\text{Größte Länge des Os triquet. (1)} \times 100}{\text{Größte Breite des Os triquet. (2)}}$$

*Höhenlängen-Index:*

$$= \frac{\text{Größte Länge des Os triquet. (1)} \times 100}{\text{Größte Höhe des Os triquet. (3)}}$$

*Breitenhöhen-Index:*

$$= \frac{\text{Größte Höhe des Os triquet. (3)} \times 100}{\text{Größte Breite des Os triquet. (2)}}$$

*Breitenhöhen-Index der Facette für das Os hamatum:*

$$= \frac{\text{Größte Höhe der Gelenkfacette für das Os ham. (5)} \times 100}{\text{Mittlere Breite der Gelenkfläche für das Os ham. (4)}}$$

*Höhenbreiten-Index für das Os lunatum:*

$$= \frac{\text{Mittlere Breite der Facette für das Os lun. (6)} \times 100}{\text{Größte Höhe der Gelenkfläche für das Os lun. (7)}}$$

$$\text{Breitenlängen-Index der Facette für das Os pisiforme:} \\ = \frac{\text{Größte Länge der Gelenkflächen für das Os pisiforme (9)} \times 100}{\text{Größte Breite der Gelenkflächen für das Os pisiforme (8)}}$$

#### d) Os pisiforme

1. Größte Länge des Os pisiforme: Projektivische Entfernung der beiden entgegengesetzten äußersten Punkte in proximo-distaler Richtung. Man nimmt das Os pisiforme so zwischen die beiden Arme der Schieblehre, daß die Facette für das Os triquetrum nach oben sieht und mit den Seiten der Arme der Schieblehre parallel steht.

2. Größte Breite des Os pisiforme: Projektivische Entfernung des äußersten Punktes der Radialseite vom entferntesten Punkt der Ulnarfläche parallel zur Längsachse und rechtwinklig zu Maß 1 gemessen.

3. Größte Höhe des Os pisiforme: Projektivische Entfernung des äußersten Punktes der Facies dorsalis vom entferntesten Punkt der Facies volaris. Man legt die höchsten Punkte der konkaven Gelenkfläche der Facies dorsalis an den einen Arm der Schieblehre und tangiert mit dem anderen Arm den tiefsten Punkt der Facies volaris.

4. Größte Breite der Gelenkfläche auf der Facies dorsalis: Projektivische Länge der Facette in radio-ulnarer Richtung wie bei Maß 2.

5. Größte Länge der Gelenkfläche der Facies dorsalis: Projektivisch und rechtwinklig zu Maß 4 gemessen.

Indices:

Breitenlängen-Index:

$$= \frac{\text{Größte Länge des Os pisiforme (1)} \times 100}{\text{Größte Breite des Os pisiforme (2)}}$$

Höhenlängen-Index:

$$= \frac{\text{Größte Länge des Os pisiforme (1)} \times 100}{\text{Größte Höhe des Os pisiforme (3)}}$$

Breitenhöhen-Index:

$$= \frac{\text{Größte Höhe des Os pisiforme (3)} \times 100}{\text{Größte Breite des Os pisiforme (2)}}$$

Breitenlängen-Index der Gelenkfläche auf der Facies dorsalis:

$$= \frac{\text{Größte Länge der Gelenkfläche auf der Facies dors. (5)} \times 100}{\text{Größte Breite der Gelenkfläche auf der Facies dors. (4)}}$$

#### e) Os multangulum majus

1. Größte Länge des Os multangulum majus: Projektivischer Abstand des hervorragendsten Punktes der Facies distalis vom entferntesten Punkt der Facies proximalis. Man legt die am weitesten vorspringenden Punkte des Sattelgelenkes der Facies distalis an den einen Arm der Schieblehre und tangiert mit dem anderen Arm den entferntesten Punkt der Facies proximalis oder der Kante zwischen den Facetten für das Os naviculare und das Os multangulum minus. Die Facies dorsalis steht dabei parallel zur Seitenfläche der Schieblehrarme.

2. Größte Breite des Os multangulum majus: Projektivischer Abstand des hervorragendsten Punktes der Facies radialis vom entferntesten Punkt der Facies ulnaris. Man legt die Dorsalfläche des Multangulum majus an

7a. Höhe der proximalen Kante. 7b. Höhe der distalen Kante.  
7c. Größte Höhe.

8. Mittlere Breite der Gelenkfläche der Facies ulnaris:  
Ähnlich wie Maß 4 und 6.

8a. Obere Breite. 8b. Untere Breite. 8c. Größte Breite.

9. Mittlere Höhe der Gelenkfläche der Facies ulnaris:  
Ähnlich wie Maß 5.

9a. Höhe der Gelenkfläche an der Proximalkante. 9b. Höhe  
der Gelenkfläche an der Distalkante. 9c. Größte Höhe.

10. Mittlere Breite der Gelenkfläche der Facies distalis:  
Projektivisch ähnlich wie Maß 4, 6 und 8.

10a. Obere Breite. 10b. Untere Breite. 10c. Größte Breite.

11. Mittlere Höhe der Gelenkfläche der Facies distalis:  
Projektivisch und ähnlich wie 5, 7 und 9. Nicht über die Stelle zu messen, wo  
die im allgemeinen vertikale Richtung der Fläche in die dorso-ulnare übergeht.

11a. Höhe der Gelenkfacette an der Ulnarkante.

11b. Höhe der Gelenkfacette an der Radialkante.

11c. Größte Höhe der Gelenkfacette.

Bei allen Höhenmaßen muß die Facies proximalis möglichst parallel zur  
Seitenfläche der Schieblehrarme stehen:

Indices:

Breitenlängen-Index:

$$= \frac{\text{Größte Länge des Os mult. min. (1)} \times 100}{\text{Größte Breite des Os mult. min. (2)}}$$

Höhenlängen-Index:

$$= \frac{\text{Größte Länge des Os mult. min. (1)} \times 100}{\text{Größte Höhe des Os mult. min. (3)}}$$

Höhenbreiten-Index:

$$= \frac{\text{Größte Breite des Os mult. min. (2)} \times 100}{\text{Größte Höhe des Os mult. min. (3)}}$$

Höhenbreiten-Index der Facies proximalis:

$$= \frac{\text{Mittlere Breite der Gelenkfläche der Facies prox. (4)} \times 100}{\text{Größte Höhe der Gelenkfläche d. Facies prox. (5a)}}$$

Höhenbreiten-Index der Facies radialis:

$$= \frac{\text{Mittlere Breite der Gelenkfläche der Facies rad. (6)} \times 100}{\text{Größte Höhe der Gelenkfläche der Facies rad. (7c)}}$$

Höhenbreiten-Index der Facies ulnaris:

$$= \frac{\text{Mittlere Breite der Gelenkfläche der Facies uln. (8)} \times 100}{\text{Größte Höhe der Gelenkfläche der Facies uln. (9c)}}$$

Höhenbreiten-Index der Facies distalis:

$$= \frac{\text{Mittlere Breite der Gelenkfläche der Facies dist. (10)} \times 100}{\text{Größte Höhe der Gelenkfläche der Facies dist. (11c)}}$$

b) Os capitatum

1. Größte Länge des Os capitatum: Projektivischer Abstand des  
hervorstechendsten Punktes der Facies distalis vom äußersten Punkt des Caput.  
Man legt das dorsale und volare Ende der Facies distalis an den einen Arm der



Schieblehre und tangiert mit dem anderen Arm den höchsten Punkt des Caput. Die Facies ulnaris steht mit den Seitenflächen der Schieblehrarme parallel.

2. **Größte Breite des Os capitatum:** Projektivischer Abstand des entferntesten Punktes der Facies ulnaris vom äußersten Punkt der Facies radialis (oder des Caputrandes). Man legt den äußersten Punkt der Facies ulnaris des Os capitatum so an den einen Arm der Schieblehre, daß die beiden Endpunkte der Facies distalis rechtwinklig zu ihm stehen und die Facies ulnaris möglichst parallel zu den beiden Schieblehrarmen verläuft, und tangiert mit dem anderen den entferntesten Punkt der Radialseite. Die Facies ulnaris muß möglichst parallel zu den beiden Schieblehrarmen verlaufen.

3. **Größte Höhe des Os capitatum:** Projektivischer Abstand der voneinander entferntesten Punkte der Dorsal- und der Volarfläche. Man legt das dorsale und volare Ende der Facies distalis (s. Maß 1) so an das Lineal der Schieblehre, daß die Facies ulnaris zur Fläche des Lineals möglichst parallel steht und tangiert mit den beiden Armen der Schieblehre die Meßpunkte.

4. **Größte Länge des Caput:** Projektivischer Abstand des äußersten Punktes der Facies proximalis vom distalwärts entferntesten Punkt des Caput an der Facies distalis. Falls auf der Dorsalfläche eine Furche das Caput abtrennt, ist der distale Meßpunkt ohne weiteres klar; findet sich hingegen längs der Ulnarkante der Dorsalfläche eine Zunge der Caputgelenke (die besonders bei Europäern nicht selten ist), so wird diese Zunge nicht mitgemessen, der Meßpunkt vielmehr an die Basis dieser Zunge (auf das kurze Collum) gelegt. Die Endpunkte der Facies distalis (s. Maß 1) stehen parallel zu den Schieblehrarmen.

5. **Größte Breite des Caput:** Projektivischer Abstand der Radialseite von der Ulnarseite rechtwinklig zu Maß 4, in der Höhe des distalen Meßpunktes dieses Maßes abgenommen.

6. **Größte Höhe des Caput:** Projektivisch und rechtwinklig zu Maß 4 und 5 genommen, wo sie sich findet. Man legt die Ulnarseite des Caput an das Lineal der Schieblehre.

7. **Größte Höhe der Gelenkfläche der Facies distalis:** Projektivischer Abstand der distalen Spitze der Gelenkfläche vom entferntesten Punkt der Dorsalkante, parallel zur Ulnarkante gemessen. Die Ulnarkante liegt am Lineal der Schieblehre.

8. **Größte Breite der Gelenkfläche der Facies distalis:** Projektivisch und rechtwinklig zu Maß 7. Die Ulnarkante steht parallel zu dem einen Arm der Schieblehre. Die Abgrenzung der Gelenkfacette für das Metacarpale II gegen die Facette für das Os multangulum minus ist nicht immer einwandfrei zu bestimmen; diesem Umstand entsprechend ist Maß 8 zu bewerten.

9. **Größte Länge der Gelenkfläche der Facies ulnaris:** Projektivischer Abstand des distalen Endpunktes der Gelenkfläche auf der Facies ulnaris von jenem Punkt, der als distaler Punkt des Caput angenommen wurde, rechtwinklig zu den äußersten Punkten der Distalgelenkfläche. Man kann Maß 4 von der projektivischen Entfernung des distalen Endpunktes der ulnaren Gelenkfläche vom proximalsten Punkt des Caput (rechtwinklig zu den äußersten Punkten der Facies distalis) in Abzug bringen.

10. **Größte Höhe der Gelenkfläche der Facies ulnaris:** Projektivisch zu Maß 9, wo sie sich findet.

11. **Größte Länge der Gelenkfläche der Facies radialis:** Projektivischer Abstand der Kante zwischen Facies distalis und Facies radialis von der leichten Grenzfurche zwischen Facies radialis und Caput. Der eine Schieblehrarm wird auf die Kante zwischen Facies distalis und Facies radialis gelegt, der andere tangiert den entferntesten Punkt der anderen Kante.

12. Größte Breite der Gelenkfläche der *Facies radialis*: Projektivisch und rechtwinklig zu Maß 11, wo sie sich findet.

Indices:

Relative Caputlänge:

$$= \frac{\text{Größte Länge des Caput (4)} \times 100}{\text{Größte Länge des Os capit. (1)}}$$

Relative Caputbreite:

$$= \frac{\text{Größte Breite des Caput (5)} \times 100}{\text{Größte Breite des Os capit. (2)}}$$

Relative Caputhöhe:

$$= \frac{\text{Größte Höhe des Caput (6)} \times 100}{\text{Größte Höhe des Os capit. (3)}}$$

Längenbreiten-Index des *Os capitatum*:

$$= \frac{\text{Größte Breite des Os capit. (2)} \times 100}{\text{Größte Länge des Os capit. (1)}}$$

Längenhöhen-Index des *Os capitatum*:

$$= \frac{\text{Größte Höhe des Os capit. (3)} \times 100}{\text{Größte Länge des Os capit. (1)}}$$

Höhenbreiten-Index des *Os capitatum*:

$$= \frac{\text{Größte Breite des Os capit. (2)} \times 100}{\text{Größte Höhe des Os capit. (3)}}$$

Höhenbreiten-Index der *Facies distalis*:

$$= \frac{\text{Größte Breite der Gelenkfläche der Facies dist. (8)} \times 100}{\text{Größte Länge der Gelenkfläche der Facies uln. (9)}}$$

Längenhöhen-Index der *Facies ulnaris*:

$$= \frac{\text{Größte Höhe der Gelenkfläche der Facies uln. (10)} \times 100}{\text{Größte Länge der Gelenkfläche der Facies uln. (9)}}$$

#### c) *Os hamatum*

1. Größte Länge des *Os ham.*: Projektivischer Abstand der proximalen Spitze von dem äußersten Punkt der Dorsalkante der *Facies distalis*. Die Dorsalfläche liegt dem Lineal der Schieblehre an, die gemessene Entfernung steht zu den Armen der Schieblehre senkrecht.

2. Größte Breite des *Os ham.*: Abstand des äußersten Punktes der Dorsalkante der *Facies ulnaris* vom entferntesten Punkt der Radialseite, annähernd rechtwinklig zu Maß 1. Die Abnahme des Maßes kann durch den Hamulus erschwert werden; in diesem Falle nimmt man das breite Ende der Schieblehre.

3. Ganze Höhe des *Os ham.*: Projektivischer Abstand des höchsten Punktes der Dorsalfläche zum tiefsten Punkt des Hamulus, rechtwinklig zu Maß 1.

4. Höhe des *Corpus ossis hamati*: Projektivischer Abstand des höchsten Punktes der Dorsalfläche (wie Maß 3) zum tiefsten volaren Punkt der Gelenkfläche auf der *Facies distalis*, rechtwinklig zu Maß 1. Die Dorsalfläche liegt dem einen Arm an. Gleitzirkel mit ungleichen Armen.

5. Projektivische Länge des Hamulus: Maß 3 minus Maß 4.

6. Freie Länge des Hamulus: Projektivischer Abstand des tiefsten Punktes des Hamulus vom höchsten Punkt der *Facies volaris*. Die Dorsalfläche steht den Armen der Schieblehre parallel.

7. Höhe der Gelenkfläche auf der *Facies distalis*: Projektivischer Abstand des tiefsten volaren Punktes der Gelenkfläche vom entferntesten Punkt der Dorsalkante dieser Gelenkfläche, parallel zu Maß 3.

8. Breite der Gelenkfläche der Facies distalis: Projektivisch und rechtwinklig zu Maß 7, wo sie sich findet.

9. Größte Länge der Gelenkfläche der Facies radialis: Projektivischer Abstand des äußersten Punktes der Proximalkante vom entferntesten Punkt der Distalkante der Gelenkfläche. Man hüte sich, bei diesem und dem nächsten Maße den Knochen zu verdrehen.

10. Größte Höhe der Gelenkfläche der Facies radialis: Projektivisch und rechtwinklig zu Maß 9. Die Facies radialis steht dem Lineal der Schieblehre parallel.

11. Größte Länge der Gelenkfläche der Facies ulnaris: Projektivisch ähnlich wie Maß 9.

12. Größte Höhe der Gelenkfläche der Facies ulnaris: Projektivisch und rechtwinklig zu Maß 11.

13. Winkelstellung des Hamulus zur Längsachse des Knochens: Man befestige mittels Plastilin die Dorsalseite des Os hamatum auf dem Meßbrett, stellt den einen Faden auf die Längsachse des Knochens, die durch die hervorragendsten Punkte der Proximal- und Distalseite geht, ein, und den zweiten auf die Längsachse des Hamulus und liest den Winkel ab. RIEDS Meßbrett.

14. Größte Breite des Hamulus: Größte projektivische Ausdehnung von der Dorsalkante des Hamulus zur disto-ulnaren Kante.

15. Dicke des Hamulus: Querdurchmesser des Hamulus rechtwinklig zu Maß 14.

#### Indices:

##### Längenbreiten-Index:

$$= \frac{\text{Größte Breite des Os ham. (2)} \times 100}{\text{Größte Länge des Os ham. (1)}}$$

##### Höhenlängen-Index:

$$= \frac{\text{Größte Länge des Os ham. (1)} \times 100}{\text{Größte Höhe des Os ham. (3)}}$$

##### Höhenbreiten-Index:

$$= \frac{\text{Größte Breite des Os ham. (2)} \times 100}{\text{Größte Höhe des Os ham. (3)}}$$

##### Hamatum-Hamulus-Index:

$$= \frac{\text{Proj. Länge des Hamulus (5)} \times 100}{\text{Größte Höhe des Os ham. (3)}}$$

##### Breitenhöhen-Index der Gelenkfläche der Facies distalis:

$$= \frac{\text{Höhe der Gelenkfläche der Fac. dist. (7)} \times 100}{\text{Breite der Gelenkfläche der Fac. dist. (8)}}$$

##### Längenhöhen-Index der Gelenkfläche der Facies radialis:

$$= \frac{\text{Größte Höhe der Gelenkfläche der Fac. rad. (10)} \times 100}{\text{Größte Länge der Gelenkfläche der Fac. rad. (9)}}$$

##### Längenhöhen-Index der Gelenkfläche der Facies ulnaris:

$$= \frac{\text{Größte Höhe der Gelenkfläche der Fac. uln. (12)} \times 100}{\text{Größte Länge der Gelenkfläche der Fac. uln. (11)}}$$

##### Breitendicken-Index des Hamulus:

$$= \frac{\text{Dicke des Hamulus (15)} \times 100}{\text{Größte Breite des Hamulus (14)}}$$



## b) Handknochen

1. **Handlänge**: Abstand der Spitze des Processus styloides radii von dem distalen Endpunkt des längsten Fingers, auf die Längsachse der Hand projiziert. Stangenzirkel mit verschieden lang eingestellten Armen. Die Stange selbst muß parallel der Längsachse der Hand gehalten werden. An montierten Skeletten<sup>1)</sup> leicht zu nehmen. Das Maß entspricht der Messung am Lebenden.

1a. Abstand des am meisten proximal gelegenen Punktes des Os naviculare von dem distalen Endpunkt des längsten Fingers. Stangenzirkel. An montierten Händen zu nehmen.

2. **Länge des einzelnen Os metacarpale**: Geradlinige Entfernung des Mittelpunktes der Basisfläche von dem Scheitelpunkt des Capitulum. Gleitzirkel.

3. **Länge der einzelnen Phalanx**: Geradlinige Entfernung der proximalen und der distalen Fläche voneinander, in der Achse des Knochens gemessen. Gleitzirkel.

An den Ossa metacarpali und an den Phalangen kann auch die Breite und Höhe jeweils in der Mitte des Corpus, an der Basis und am Capitulum gemessen und als arithmetisches Mittel daraus eine „durchschnittliche Breite bzw. Höhe“ berechnet werden (UHLBACH). (Vgl. auch unter Fußskelett.)

4. **Fingerlänge**: Gewonnen durch Addition der Längen der Grund-, Mittel- und Endphalanx.

5. **Strahlänge**: Gewonnen durch Addition der Fingerlänge und der Länge des betreffenden Metacarpus.

## z) Becken (Abb. 259)

Zur Feststellung der anthropologischen Beckenmasse (Pelvimetrie) müssen die beiden Hüftbeine mit dem Kreuzbein vereinigt werden. Dies geschieht am besten durch Wachsplatten, die in der entsprechenden Dicke auf die Facies symphyseos und die beiden Facies auriculares aufgelegt und leicht festgeschmolzen werden. Die Fixierung des Beckens bei der Abnahme der Maße ist nicht immer leicht. Gewöhnlich genügt zwar das auch bei Schädelmessungen verwendete Spreusäckchen oder Hirsegefäß (S. 439); aber die Messung gewinnt an Sicherheit, wenn man das Becken in einem Knochenhalter einspannt<sup>2)</sup>. Mehrere Maße des Beckens können rechts und links genommen werden. VERNEAU empfiehlt, den Mittelwert dieser beidseitigen Maße zu notieren. Gegenüber den Maßen an dem frischen Knochen sind diejenigen des getrockneten und mazerierten Beckens um einen geringen Betrag kleiner.

Die Bestimmung des Geschlechts nach dem Becken ist sicherer als die nach dem Schädel, doch gibt es auch hier Fälle, in denen die Unterscheidung nicht möglich ist; das gilt besonders von primitiven Rassen. MOLLISON hat dafür folgende Zusammenstellung gegeben:

♂	♀
Becken schmäler und höher	Becken breiter und niedriger
Darmbeinschaukeln weniger breit im Verhältnis zur Höhe	Darmbeinschaukeln breiter im Verhältnis zur Höhe
Beckeneingang schmäler, herzförmig	Beckeneingang breiter, queroval
Beckenausgang längsoval	Beckenausgang queroval

<sup>1)</sup> Eine Anleitung zur richtigen Zusammensetzung des Handskeletts findet sich bei PFITZNER, 1892, Morphologische Arbeiten I, S. 67. Vgl. ferner die verschiedenen Arbeiten H. VIRCHOWS, R. FICKS u. a. über diese Materie.

<sup>2)</sup> Ein speziell für Beckenmessungen konstruiertes Stativ hat EMMONS (1913) beschrieben und abgebildet.

♂  
 Angulus subpubicus eng, spitzwinkelig  
 Foramen obturatum mehr längsoval

♀  
 Angulus subpubicus weit, mehr bogenförmig  
 Foramen obturatum breiter, mehr dreieckig

Im folgenden sind nur die wichtigsten anthropologischen Beckenmaße aufgeführt; weitere siehe hauptsächlich bei VERNEAU (1875). VOGEL (1904) und KWAIST (1908) geben eine Zusammenstellung der Methoden der verschiedenen Autoren, OETTEKING (1950) hat eine neue umfassende Zusammenstellung gegeben.

1. Beckenhöhe: Geradlinige Entfernung des höchsten Punktes der Crista ilica vom tiefsten Punkt des Tuber ossis ischii. Tasterzirkel.

2. Größte Beckenbreite (Cristalbreite): Geradlinige Entfernung der beiden vorspringendsten Punkte der Außenränder der Cristae ilicae voneinander. Stangen- oder Gleitzirkel.

3. Äußerer sagittaler Beckendurchmesser (äußere Beckentiefe): Geradlinige Entfernung des am meisten vorragenden Punktes der Vorderfläche der Symphyse von der Spitze des am meisten vorstehenden Processus spinosus des Kreuzbeins. Gleit- oder Tasterzirkel.

3a. Gleiches Maß, aber projektivisch zur Höhe zu nehmen. Maß 3a ist bei einem Vergleich der Primatenbecken untereinander wichtiger als Maß 3.

3b. Diamètre antéro-postérieur maximum: Geradlinige Entfernung des am Vorder- und Oberrand der Symphyse in der Mediansagittal-Ebene gelegenen Punktes von der Spitze des Dorsalfortsatzes des ersten Kreuzbeinwirbels.

3c. Abstand der Vorderfläche der Symphyse von der Spitze des ersten Dornfortsatzes des Kreuzbeins (MOLLISON).

3 (1). Conjugata externa: Geradlinige Entfernung der vorderen Kante des oberen Schambeinrandes von der Spitze des Processus spinosus des V. Lendenwirbels. Tasterzirkel.

4. Hüftbeintiefe: Geradlinige Entfernung der Spina ilica dorsalis cranialis vom Oberrand der Symphyse. Tasterzirkel. Bei Anthropomorphenbecken ist bis zum oberen Winkel zu messen, wo die Crista in den hinteren unteren Rand umbiegt. Vergleiche Nr. 6.

5. Vordere obere Spinabreite des Beckens (largeur biliale): Geradlinige Entfernung der beiden Spinae ilicae ventrales voneinander. Gleitzirkel. Die Spitzen des Instruments müssen genau auf die Mitte der meist nach unten gerichteten Kuppen der Spinae (mehr dem Innenrand folgend) aufgesetzt werden. Viele Geburtshelfer messen zwischen den äußeren Lippen der Spinae.

5 (1). Vordere untere Spinalbreite des Beckens: Geradlinige Entfernung der beiden Tubercula ilica ventralia voneinander. Gleitzirkel.

6. Hintere obere Spinalbreite: Geradlinige Entfernung der beiden Spinae ilicae dorsales craniales voneinander. Gleitzirkel. Das Maß geht von den Zentren der vorspringenden Partien der meist kuppenförmig abgerundeten Spinae aus. In jedem Fall sind die Zirkelspitzen mehr gegen die innere als die äußere Kante der Spinae hin aufzusetzen. Der Meßpunkt entspricht dem gleichen Punkt, von dem aus die Hüftbeintiefe gemessen wird. Als Meßpunkte diejenigen Punkte der Darmbeine zu wählen, die am meisten dem Kreuzbein genähert sind, ist deshalb nicht zu empfehlen, weil hier häufig Ossifikationen der Ligamente vorkommen.

6a. Hintere obere Hüftbeinbreite: Geradlinige Entfernung der beiden Winkel voneinander, an welchen der Oberrand der Crista ilica nach hinten und unten gegen die Facies auricularis abfällt. Gleitzirkel. Besonders bei Anthropomorphen gut zu bestimmen.

7. Gelenkpfannenbreite: Geradlinige Entfernung der Mittelpunkte der beiden Gelenkpfannen voneinander. Tasterzirkel.

7a. Geradlinige Entfernung der Punkte am Hinterrand der Pfanne voneinander an derjenigen Stelle, an welcher Os ilium und Os ischium zusammentreffen. Die Stelle ist an den Becken Erwachsener zuweilen nicht mehr genau nachweisbar.

7b. Abstand der einander am nächsten liegenden Punkte der beiden Gelenkpfannen (MOLLISON).

7 (1). Unterpfannenbreite (largeur sous-cotyloïdienne): Geradlinige Entfernung der beiden tiefsten Punkte der Incisura acetabuli (am unteren Pfannenrand) voneinander. Gleitzirkel.

8. Breite zwischen den Spinae ossis ischii (Breite der Beckenge): Geradlinige Entfernung der beiden Spinae ossis ischii voneinander. Gleitzirkel. Nur bei ganz intakten Spinae zu messen.

9. Darmbeinhöhe (Darmbeinlänge): Geradlinige Entfernung des Mittelpunktes der Gelenkpfanne von dem höchsten Punkt der Crista ilica. Dieses Maß ist durch Maß 1 bestimmt. Gleitzirkel.

10. Höhe der Darmbeinschaukel: Geradlinige Entfernung des Endpunktes des Querdurchmessers des Beckeneinganges auf der Linea arcuata vom höchsten Punkt der Crista ilica. Gleitzirkel.

10a. Von einem Punkt der Linea arcuata, der in der Hälfte zwischen der Articulatio sacroilica und dem Endpunkt des Querdurchmessers des Beckeneinganges gelegen ist bis zu dem gleichen Punkte wie Nr. 10.

11. Tiefe der Fossa ilica: Abstand des tiefsten Punktes der Fossa ilica von einer durch die Linea arcuata und den Darmbeinkamm gelegten Ebene. Koordinatenzirkel. Man setzt die Spitzen des Zirkels auf die Linea arcuata, ungefähr in der Mitte zwischen der Articulatio sacroiliaca und dem Endpunkt des Querdurchmessers des Eingangs und ungefähr in der Mitte des Labium internum der Crista ilica auf und stellt empirisch den tiefsten Punkt der Grube mit dem mittleren Stäbchen fest.

11a. Eine wesentlich exaktere Messung der Tiefe der Fossa ilica gelingt mit dem Koordinatenzirkel bei Abtastung der Spina ventralis und des vorderen Knochenrandes der sakroiliacalen Gelenkfläche durch Fällung des Lotes von dieser Linie aus (BERNBECK). Der Index der Fossa-ilica-Tiefe läßt sich dann folgendermaßen ermitteln:

$$\text{Tiefe der Fossa ilica} \times 100$$

---

Abstand zwischen Spina ilica ventralis und Gelenkklippe der Articulatio sacroilica.

---

12. Darmbeinbreite: Geradlinige Entfernung der Spina ilica ventralis von der Spina ilica dorsalis cran. Tasterzirkel.

13. Breite der Darmbeinschaukel (auch kleine Breite der Darmbeinschaukel): Geradlinige Entfernung der Spina ilica ventralis von demjenigen Punkt, an welchem die Linea arcuata auf den Vorderrand der Facies auricularis trifft. Gleitzirkel.

14. Acetabular-Symphysenbreite: Geradlinige Entfernung des äußersten Punktes des Hinterrandes der Gelenkpfanne von der Mitte der Schambeinfuge. Gleitzirkel.

14 (1). Hintere Sitzbeinbreite (diamètre cotylo-sciatique): Breite zwischen Acetabulumrand und Incisura ischiadica minor (SAUTER). Tasterzirkel.

15. Sitzbeinhöhe (Länge des Sitzbeins): Geradlinige Entfernung des Mittelpunktes der Gelenkpfanne von dem tiefsten Punkt des Tuber ossis ischii. Gleitzirkel.



15 (1). **Obere Sitzbeinhöhe** (hauteur sciatique): Höhe senkrecht zur hinteren Sitzbeinbreite (14 (1)) von der Incisura ischiadica minor zur Spina ilica dorsalis caudalis (SAUTER). Tasterzirkel.

16. **Sitzbeinlänge** (Sitzhöhe): Geradlinige Entfernung eines Punktes der Gelenkpfanne, der an dem Winkel gelegen ist, an welchem Ober- und Hinterrand der rauhen Fläche zusammenstoßen, von dem tiefsten Punkte des Tuber ossis ischii. Gleitzirkel.

17. **Schambeinlänge**: Geradlinige Entfernung des Mittelpunktes der Gelenkpfanne vom Oberrand der Facies symphyseos. Gleitzirkel.

17a. **Geradlinige Entfernung eines Punktes in der Tiefe der Gelenkpfanne**, der am Oberrand der rauhen Fläche gegenüber der Eminentia pectinea gelegen ist, von der Symphyse. Gleitzirkel.

18. **Symphysenhöhe**: Geradlinige Entfernung des Oberrandes vom Unterrand der Facies symphyseos. Gleitzirkel.

19. **Breite der Symphysengegend** (Distance des échantures ilio-pubiennes, inter-obturator breadth): Geradlinige Entfernung der beiden am meisten medialwärts gelegenen Punkte der Vorderränder der Foramina obturata voneinander. Gleitzirkel.

20. **Länge des Foramen obturatum**: Geradlinige Entfernung des höchsten Punktes des Oberrandes von dem tiefsten Punkt des Unterrandes des Foramen obturatum, des vorderen oberen vom hinteren unteren Punkt im Sinne des größten Durchmessers. Gleitzirkel.

21. **Breite des Foramen obturatum**: Größte Breite der Seitenränder des Foramen obturatum voneinander, annähernd senkrecht auf die Länge gemessen. Gleitzirkel.

22. **Größter Durchmesser der Gelenkpfanne**: Geradlinige Entfernung der Ränder der Gelenkpfanne voneinander. Gleitzirkel. In der Regel ist der vertikale Durchmesser 1—2 mm größer als der transversale. Ist das Umgekehrte der Fall, so kann man hinter die Zahl ein „t“ (transversal) setzen.

22a. Weitere wichtige anthropologische Maße des Acetabulums sind die Pfannentiefe und die Orientierung der Pfanneneingangsebene zur Sagittalen und Horizontalen.

Die praktisch wichtigsten geraden Beckendurchmesser (in der Sagittalebene!) sind die

- |                               |                                  |
|-------------------------------|----------------------------------|
| 1. Conjugata anatomica        | 5. Conjugata des Beckeneingangs  |
| 2. Conjugata vera (obstatica) | 6. Conjugata der Beckenmitte     |
| 3. Conjugata diagonalis       | 7. Conjugata des Beckenausgangs. |
| 4. Conjugata externa          |                                  |

23. **Sagittaler Durchmesser des Beckeneingangs** (Conjugata vera, obstetric conjugata): Geradlinige Entfernung des Kreuzungspunktes des Promunturium mit der Mediansagittalebene von der Mitte der hinteren Kante des oberen Symphysenrandes. Gleitzirkel.

23 (1). **Normal-Conjugata**: Geradlinige Entfernung des Mittelpunktes der Vorderfläche des dritten Kreuzbeinwirbels vom Oberrande der Symphyse. Maßstab oder Gleitzirkel.

23 (2). **Unterer sagittaler Durchmesser des kleinen Beckens** (Conjugata diagonalis, diamètre sacro-sous-pubien): Abstand des Kreuzungspunktes des Promunturiums mit der Mediansagittalebene von dem inneren unteren Rande der Symphyse. Das Maß entspricht annähernd dem Maß, das die Geburtshelfer an der lebenden Frau feststellen.

24. **Querdurchmesser des Beckeneingangs** (Diameter transversus): Geradlinige Entfernung der beiden am meisten lateral gelegenen Punkte der

Lineae arcuatae (linea terminalis) voneinander, senkrecht zum Sagittaldurchmesser des Eingangs gemessen. Gleitzirkel. Man markiere die Punkte vorher mit dem Zeichenstift.

25. **Schräger Durchmesser des Beckeneingangs:** Geradlinige Entfernung des Kreuzungspunktes der Linea arcuata mit dem Vorderrand der Facies auricularis der einen Seite von der Linea arcuata in der Gegend der Crista ileo-pectinea der anderen Seite. Da der Beckeneingang häufig asymmetrisch ist, empfiehlt es sich, beide Durchmesser zu nehmen.

26. **Sagittaler Durchmesser der Beckenenge** (diamètre sacro-pubien inférieur): Geradlinige Entfernung des Mittelpunktes des Arcus pubis (am unteren Ende der Symphyse) von der Mitte der Vorderkante der Kreuzbeinspitze. Gleitzirkel.

26 (1). **Sagittaler Durchmesser des Beckenausganges:** Abstand des Unterrandes des Arcus pubis von der Spitze des Steißbeins. Gleitzirkel. Da das Steißbein an dem Skelettmaterial häufig ganz oder teilweise fehlt und außerdem bei dem Geburtenmechanismus nur selten eine Rolle spielt, so steht dieses Maß dem vorerwähnten an Bedeutung nach.

27. **Querdurchmesser des Beckenausganges:** Geradlinige Entfernung der beiden entferntesten Punkte der Tubera ischiadica voneinander, die auf den von den Spinae ischiadicae zu dem unteren Ende des Foramen obturatum verlaufenden, leicht erhobenen Linien gelegen sind, senkrecht zum Sagittaldurchmesser gemessen. Gleitzirkel. Die erwähnten Linien sind gewöhnlich in der Nähe der Spinae ischiadicae am deutlichsten ausgeprägt, und die größte Breite, die gemessen werden soll, liegt in der Regel näher den Spinae als dem Foramen obturatum. Hält man das Becken mit senkrecht gestellter Ausgangsebene vor sich, so erkennt man deutlich die beiden Linien und kann nicht im Zweifel sein, von welchen Punkten aus die größte Breite gemessen werden muß.

27 a. Gleiches Maß, jedoch von der Mitte der Tubera ischiadica ausgehend.

27 b. Gleiches Maß, am Außenrand der Tubera ischiadica genommen. In Analogie zu den geraden Durchmessern unterscheidet man auch die: Beckeneingangsebene, Beckenweite, Beckenenge und Beckenausgangsebene (siehe Definition in den Lehrbüchern der Geburtshilfe!).

28. **Seitliche Höhe des kleinen Beckens (Tiefe):** Geradlinige Entfernung der untersten Spitze des Tuber ossis ischii von der Linea arcuata, senkrecht auf die letztere genommen. Gleitzirkel. VERNEAU geht vom höchsten Punkt der Eminentia iliopectinea aus.

29. **Vordere Höhe des kleinen Beckens:** Geradlinige Entfernung der Spitze des Tuber ossis ischii vom Oberrand der Symphyse. Tasterzirkel.

30. **Wahre Höhe des kleinen Beckens:** Geradlinige Entfernung der Spitze des Tuber ossis ischii von derjenigen Stelle, an welcher die Linea arcuata auf den Vorderrand der Facies auricularis trifft. Tasterzirkel.

31. **Größte Breite der Incisura ischiadica:** Geradlinige Entfernung der Spina ischiadica von der Spina ilica dorsalis cranialis. Gleitzirkel.

32. **Tiefe der Incisura ischiadica:** Geradlinige Entfernung des höchsten Punktes der Incisura ischiadica von einer Geraden, welche die Spina ilica dorsalis caudalis mit der Spina ossis ischii verbindet. Koordinatenzirkel oder Gleitzirkel mit senkrecht dazu gehaltenem Maßstäbchen.

Von großer anthropologischer Bedeutung ist die Einführung des Incisura-ischiadica-Index (BERNBECK):

## Index:

Tiefe der Incisura ischiadica  $\times 100$ 

Abstand zwischen Spina ilica dorsalis caudalis und Spina ossis ischii (Öffnungsweite)

33. Unterer Schambeinwinkel (Angulus pubis): Winkel, den die beiden Rami inferiores ossis pubis miteinander bilden.

Man markiert durch zwei aufgeklebte Stahlnadeln die hauptsächlichliche Richtung der Vorderkante der aufsteigenden Schambeinäste und liest den Winkel direkt mittels Transporteurs ab. GARSON (1882) hat zu diesem Zweck einen speziellen Winkelmesser konstruiert, der Winkel kann aber am einfachsten mit RIEDS Meßbrett gemessen werden.

34. Neigungswinkel der Schambeinschaukel: Winkel, den die Schaufelebene zur Horizontalebene bildet. Er kann aus den Maßen: Querdurchmesser des Einganges (Nr. 24), Darmbeinhöhe (Nr. 10) und größte Beckenbreite (Nr. 2) auf zeichnerischem Weg leicht mit genügender Genauigkeit berechnet werden. Auch mit RIEDS Meßbrett zu messen.

34 (1). Divergenzwinkel der Darmbeinschaukeln: Winkel, den die beiden Geraden miteinander bilden, die von den Endpunkten des Querdurchmessers des Eingangs zu den am meisten seitlich ausladenden Punkten des inneren Saumes der Crista ilica gezogen werden. KOGANEI hat zur direkten Abnahme dieses Maßes einen besonderen Winkelmesser mit Gradeinteilung konstruiert. Der Winkel Nr. 34 (1) ist stets kleiner als Nr. 34, da die oberen Meßpunkte hier am Innen-, dort am Außenrand der Crista vera anatomica ilica gelegen sind.

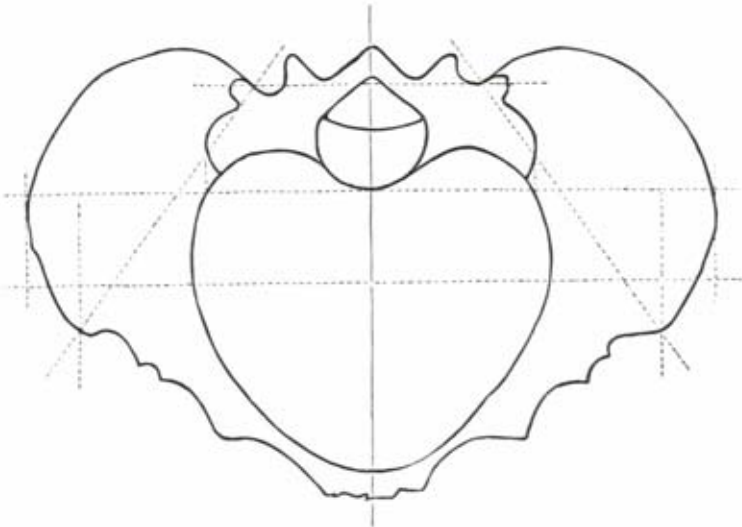


Abb. 259. Beckendiagramm einer Feuerländerin, nach GARSON'S Methode rekonstruiert.

35. Beckenneigungswinkel (Neigungswinkel der Conjugata vera anatomica): Winkel, den die Beckeneingangsebene mit der Horizontalen bildet. Man stellt das Becken so in einen Knochenhalter ein, daß die beiden Spinae ilicae ventrales und der vordere Symphysenrand in eine Vertikalebene fallen. Hierauf legt man die Gleitzirkel mit Ansteckgoniometer an das Promunturium und den oberen Schambeinrand an und liest den Winkel ab. Oder man befestigt eine Stahlnadel am oberen Schambeinrand und am Promunturium, legt darauf das Becken mit den Spinae ilicae ventrales und dem Schambeinrand auf eine horizontale Platte und liest mittels eines halbierten Transporteurs direkt den Winkel ab, den die



Eingangsebene mit der Vertikalebene bildet. Die Differenz von  $90^\circ$  bildet den gesuchten Winkel. Oder RIEDS Meßbrett.

36. **Sakralneigungswinkel:** Winkel, den die Sakralbasis mit der Spino-Symphysenebene bildet. Das Becken wird derart auf eine horizontale Platte gelegt, daß der Vorderrand der Symphyse und die Spina ilicae ant. sup. die Unterlage berühren. Hierauf legt man eine Stahlnadel in der Mediansagittal-Ebene auf die Sakralbasis und liest mittels Transporteurs den Winkel ab, den diese Nadel mit der horizontalen Unterlage bildet.

### Indices:

#### Breitenhöhenindex des Beckens:

$$= \frac{\text{Beckenhöhe (1)} \times 100}{\text{Größte Beckenbreite (2)}}$$

Der Index wurde auch umgekehrt berechnet, was bei einem Vergleich des Menschen mit den übrigen Primaten richtiger ist, also

#### Höhenbreiten-Index des Beckens:

$$= \frac{\text{Größte Beckenbreite (2)} \times 100}{\text{Beckenhöhe (1)}}$$

#### Beckeneingangs-Index:

$$= \frac{\text{Sagittaler Durchmesser des Beckeneingangs (23)} \times 100}{\text{Querdurchmesser des Beckeneingangs (24)}}$$

Einteilung:	platypellisch <sup>1)</sup>	x—89,9
	mesopellisch	90,0—94,9
	dolichopellisch	95,0—x

#### Beckenausgangs-Index:

$$= \frac{\text{Sagittaler Durchmesser des Beckenausgangs (26 (1))} \times 100}{\text{Querdurchmesser des Beckenausgangs (27)}}$$

#### Index der Beckenenge:

$$= \frac{\text{Sagittaler Durchmesser der Beckenenge (26)} \times 100}{\text{Breite zwischen den Spinae ischiadicae (8)}}$$

#### Längenbreiten-Index des Foramen obturatum:

$$= \frac{\text{Breite des Foramen obturatum (21)} \times 100}{\text{Länge des Foramen obturatum (20)}}$$

#### Breiten-Index des Beckens (Index ilio-pelvicus):

$$= \frac{\text{Querdurchmesser des Beckeneingangs (24)} \times 100}{\text{Größte Beckenbreite (2)}}$$

#### Variante:

$$= \frac{\text{Unterpfannenbreite (7 (1))} \times 100}{\text{Größte Beckenbreite (2)}}$$

#### Darmbein-Index:

$$= \frac{\text{Breite des Darmbeins (12)} \times 100}{\text{Höhe der Darmbeinschaukel (10)}}$$

#### Scham-Hüftbein-Index:

$$= \frac{\text{Schambeinlänge (17)} \times 100}{\text{Hüftbeintiefe (4)}}$$

#### Hüftbein-Index:

$$= \frac{\text{Hüftbeintiefe (4)} \times 100}{\text{Beckenhöhe (1)}}$$

#### Sitz-Hüftbein-Index:

$$= \frac{\text{Sitzbeinhöhe (15)} \times 100}{\text{Beckenhöhe (1)}}$$

<sup>1)</sup>  $\pi\acute{\epsilon}\lambda\lambda\alpha$  oder  $\pi\acute{\epsilon}\lambda\lambda\upsilon\varsigma$  = Becken.

Für die anthropologische Bewertung des Beckenskeletts sind noch die folgenden Maße von Bedeutung:

Index der Fossa ilica:

$$= \frac{\text{Fossa-ilica-Tiefe (11)} \times 100}{\text{Darmbeinbreite (12)}}$$

Sitzbeinbreitenhöhen-Index (Indice cotylo-sciatique) (SAUTER):

$$= \frac{\text{Obere Sitzbeinhöhe (15 (1))} \times 100}{\text{Hintere Sitzbeinbreite (14 (1))}}$$

GARSON-Indices: Um ein einheitliches Vergleichsmaß zu haben, setzt GARSON alle Dimensionen des Beckens in Relation zum Querdurchmesser des Beckeneingangs. Seine Indices werden also berechnet:

$$= \frac{M \times 100}{\text{Querdurchmesser des Beckeneingangs (24)}},$$

wobei M das zu vergleichende Maß bedeutet.

Auf Grund der hier empfohlenen Maße kann auch eine Figur (ein Diagramm) des Beckens konstruiert werden, die dasselbe in der Ansicht von oben zeigt.

Um die Winkelstellung der Achsen der drei Komponenten des Hüftbeins (E. SCHMIDT) zu messen, stellt man sich mittels des Diopetrographen eine Umrisszeichnung des Hüftbeins von seiner Innenseite, auf der man vorher den Mittelpunkt der Hüftbeinpfanne markiert hat, her. Von diesem Punkte (Ischion nach WEIDENREICH) zieht man dann:

- a) die Schambeinachse zum oberen Symphysenrand,
- b) die Sitzbeinachse durch die Mitte des Ramus superior und das Corpus des Sitzbeins und
- c) die Darmbeinachse zur Mitte der Facies auricularis. Diese letztere wird gefunden durch eine Halbierungslinie desjenigen Winkels, dessen Schenkel vom Ischion aus Ober- und Unterrand der Facies auricularis tangieren (Abb. 259).

Hierauf liest man die Winkel, die diese drei Achsen miteinander bilden, an der Zeichnung ab.

#### h) Femur (Abb. 260, 261)

1. Größte Länge des Femur, Caput-Condylenlänge<sup>1)</sup>: Abstand des höchsten Punktes des Caput vom tiefsten Punkte des Condylus medialis (lateralis). Meßbrett. Das Femur wird in der Weise mit seiner dorsalen Seite auf die horizontale Platte in der Längsrichtung des Brettes aufgelegt, daß der Condylus medialis die kurze senkrechte Wand berührt. Indem man den Winkel an die höchste Erhebung des Femurkopfes angelegt, stellt man, unter seitlichen Verschiebungen des Knochens, die größte Länge fest.

Bei geraden oder nur wenig gekrümmten Femora (Orang-Utan, einem Teil der Schimpansen und Gorilla) läuft die Längsachse des Knochens, bei transversal gekrümmten (einigen Schimpansen und Gorilla) die Sehne dieser Krümmung der langen Brettwand entlang.

2. Ganze Länge des Femur in sogenannter natürlicher Stellung: Abstand des höchsten Punktes des Kopfes von einer Ebene, die durch die Unterfläche der beiden Condylen gelegt wird. Meßbrett. Der Knochen

<sup>1)</sup> Gilt nur für Anthropoiden (bei allen anderen Säugetieren entspricht die größte Länge des Femur der Trochanter-Condylenlänge — von der Spitze des Trochanter major zum tiefsten Punkt des Condylus tibialis bzw. fibularis).

wird mit seiner Hinterfläche so auf die Horizontalplatte aufgelegt, daß beide Condylen sich an die kurze vertikale Wand anstemmen. Der Winkel tangiert den höchsten Punkt des Kopfes (Abb. 163 und 260). Für Anthropoiden wenig brauchbar.

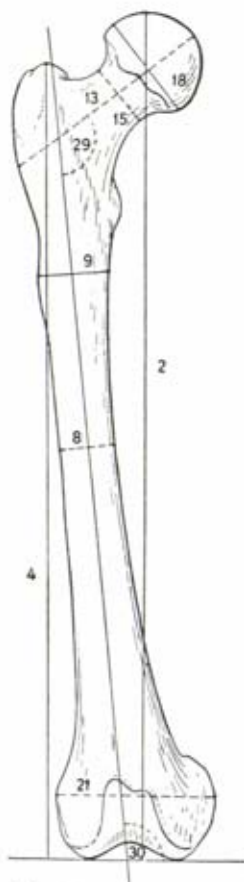


Abb. 260. Femur von vorn gesehen. Mit Eintragung einiger Maße.

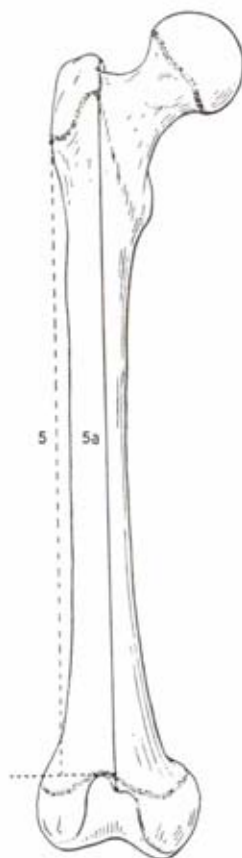


Abb. 261. Femur von der Seite gesehen. Mit Eintragung einiger Maße.

2 a. Richtiger wäre es, den Knochen so zu legen, daß seine Längsachse, die durch die Mitte des Kopfes und die Mitte der Fossa intercondylica geht, senkrecht zur kurzen vertikalen Wand gestellt ist, weil diese Länge dann in der Stellung genommen ist, die der Knochen beim aufrechtstehenden Individuum einnimmt. (Das gilt freilich nur für Normalverhältnisse. Bei Deformitäten des Beinskeletts (Genu varum, Genu valgum) erfolgt eine Verschiebung der Achsenverhältnisse. Die funktionelle Belastungslinie fällt keineswegs immer mit der Knochenachse des Oberschenkels zusammen.) Man kann dies leicht durch Visieren auf eine der auf der horizontalen Platte des Meßbretts befindlichen Geraden erreichen. Gewöhnlich stößt in diesem Fall nur der Condylus medialis an die Querwand an.

3. Größte Trochanterenlänge, Trochanter-Condylenlänge: Abstand des höchsten Punktes des Oberrandes des Trochanter major vom tiefsten Punkte des Condylus medialis. Meßbrett. Technik wie bei Nr. 1, nur tangiert der Winkel den höchsten Punkt des Trochanter major.



Bei männl. Gorilla, einem Teil der Schimpansen (nicht bei Orang-Utan), Cercopitheciden u. a. ist infolge der starken Höhenentwicklung des Trochanter major dieses Maß größer als 1.

3 a. Abstand des Oberrandes des Trochanter major von der Mitte des Seitenrandes der Gelenkfläche des Condylus lateralis. Meßbrett oder Stangenzirkel. Die Differenz gegenüber Nr. 3 scheint sehr gering.

3 b. Höhe des Trochanter major: Auf die Längsachse projizierter Abstand des höchsten Punktes des Oberrandes des Trochanter major vom Schnittpunkt der oberen Femurlängsachse mit der Trochanterepiphysenlinie. Meßbrett, großer Taster, Keil.

4. Trochanterlänge in sogenannter natürlicher Stellung: Abstand des höchsten Punktes des Oberrandes des Trochanter major von einer Ebene, die durch die Unterfläche beider Condylen gelegt wird. Meßbrett. Technik wie bei Nr. 2 (Abb. 260); der Winkel berührt den in dieser Lage des Knochens am höchsten stehenden Punkt des Trochanter major.

Der Unterschied der Maße Nr. 2 und Nr. 4 wird vor allem durch die Verschiedenheit des Collo-Diaphysenwinkels bedingt. Beim Europäer ist die Trochanterlänge im Mittel um 4,4 Prozent (2,1 Prozent bis 6,8 Prozent) geringer als die ganze Länge (MOLLISON), und links ist sie im allgemeinen geringer als rechts (RIED).

4 a. Trochanterenentfernung: Abstand des höchsten Punktes des Oberrandes des Trochanter major von der Mitte des Trochanter minor. Meßbrett, Keil, umgekehrter Gleitzirkel.

4 b. Caput-Trochanteren-Entfernung: Abstand des höchsten Punktes des Caput von der Mitte des Trochanter minor. Meßbrett, Keil, umgekehrter Gleitzirkel.

5. Diaphysenlänge des Femur: Abstand der unteren scharfen Kante des Trochanter major an der lateralen Seite des Knochens von dem höchsten Punkt der Condylengelenkfläche auf der Vorderseite, auf die Längsachse des Knochens projiziert (Abb. 261). Stangenzirkel. Das Maß nimmt Rücksicht auf die Anlage der Diaphyse und stellt daher, da die Meßpunkte den Epiphysenfugen entsprechen, die Diaphysenlänge mit Ausschluß der ganzen Epiphysen dar.

5 a. Abstand des Tuberculum lineae obliquae sup. von der Mitte der Linea intercondylica ventralis. Stangenzirkel. Maß 5 a ist beim Vergleich mit einer Primatengruppe dem Maß 5 vorzuziehen.

Wenn das Tuberculum lineae obliquae zu schwach oder zu stark ausgesprochen ist, ist das Maß nicht leicht zu nehmen. Auch kann die Mitte der Linea intercondylica verschieden bestimmt werden.

An montierten Skeletten ist es meist unmöglich, die ganze Femurlänge zu messen, und es bildet hierfür die stets abnehmbare Diaphysenlänge einen Ersatz. Da die Länge in natürlicher Stellung (Nr. 2) im Mittel 16 Proz. mehr beträgt als die Diaphysenlänge Nr. 5a (BUMÜLLER), so kann aus letzteren auch annähernd, jedoch nur für große Reihen verwendbar, die Länge Nr. 2 berechnet werden.

6. Sagittaler Durchmesser der Diaphysenmitte: Abstand der Vorderfläche des Knochens von der Hinterfläche, annähernd in der Mitte der Diaphyse, d. h. an der höchsten Erhebung der Linea aspera gemessen. Gleitzirkel. Das Maß muß senkrecht auf der ventralen Fläche des Knochens stehen. Man hüte sich vor schiefen Durchmessern.

7. Transversaler Durchmesser der Diaphysenmitte: Abstand der beiden Seitenränder des Knochens voneinander, an der gleichen Stelle an welcher der sagittale Durchmesser gemessen wurde, und zwar senkrecht auf den letzteren. Gleitzirkel.

7 a. Gleiches Maß, jedoch genau in der Schaftmitte genommen. Da es für den Index auf die Ausbildung der Linea aspera ankommt, ist Maß Nr. 7 vorzuziehen.

Für die Schaftdurchmesser und Schaftumfänge hat GIESELER (1927) eine besondere Einteilung getroffen; es werden verschiedene Maße genommen, die ohne näher darauf einzugehen, hier genannt sind:

7b. Oberer transversaler Schaftdurchmesser: Transversaler Schaftdurchmesser in der Mitte des oberen Drittels. Gleitzirkel.

7c. Oberer sagittaler Schaftdurchmesser: Sagittaler Durchmesser in der Mitte des oberen Schaftdrittels. Gleitzirkel.

7d. Unterer transversaler Schaftdurchmesser: Transversaler Durchmesser in der Mitte des unteren Schaftdrittels. Gleitzirkel.

7e. Unterer sagittaler Schaftdurchmesser: Sagittaler Durchmesser in der Mitte des unteren Schaftdrittels, senkrecht zum vorhergehenden. Gleitzirkel.

8. Umfang der Diaphysenmitte: Umfang in der Mitte der Diaphyse gemessen. Bandmaß. Wenn die Crista femoris hier einen vereinzelt sehr starken Vorsprung aufweist, welcher sich nicht gleichmäßig über einen größeren Teil der Diaphyse erstreckt, dann ungefähr 10 mm weiter oben zu messen (BÜMMLER).

8a. Gleiches Maß, jedoch an der Stelle der oberen Bifurkation der Linea aspera genommen.

8b. Oberer Schaftumfang: Umfang an der Mitte des oberen Schaftdrittels. Bandmaß. In derselben Höhe wie (7c).

8c. Unterer Schaftumfang: Umfang in der Mitte des unteren Schaftdrittels. Bandmaß. In derselben Höhe wie (7d).

9. Oberer transversaler Diaphysendurchmesser (Diamètre transverse sous-trochantérien): Transversaler Durchmesser des oberen Diaphysenendes an der Stelle der größten seitlichen Ausladung oder, wenn diese fehlt, 2—5 cm oberhalb der Basis des Trochanter minor zu messen. Transversal ist hier im Sinne der oberen Epiphyse, also parallel zur Vorderfläche der Collumachse, d. h. zur Richtung des Femurhalses, zu verstehen. Die Einhaltung dieser Vorschrift ist besonders bei stark gedrehten Knochen wichtig. Gleitzirkel.

10. Oberer sagittaler Diaphysendurchmesser (Diamètre antéro-postérieur sous-trochantérien): Anterio-posteriorer Durchmesser des oberen Diaphysenendes an der gleichen Stelle, an der der transversale Durchmesser gemessen wurde, und senkrecht auf diesen. Gleitzirkel.

Bei der Kleinheit der absoluten Maße, die den Index stark beeinflussen, ist strenges Einhalten der Technik notwendig und besonders darauf zu achten, daß die beiden Durchmesser senkrecht aufeinander stehen müssen.

11. Kleinster unterer sagittaler Diaphysendurchmesser: Kleinster Abstand der Vorderfläche des Knochens von der Hinterfläche, ungefähr 4 cm oberhalb des Knorpelrandes der Condylen, in der Mediansagittalebene des Knochens gemessen. Tasterzirkel.

12. Unterer transversaler Diaphysendurchmesser: Abstand der beiden Seitenränder der Diaphyse voneinander, im Niveau des sagittalen Durchmessers gemessen. Gleitzirkel.

13. Obere Breite des Femur (in der Richtung der Collumachse) (Obere Epiphysenlänge): Abstand des entferntesten Punktes des Caput vom Endpunkt der Collumachse an der lateralen Seite des Knochens. Tasterzirkel. Die Collumachse (Achse der Vorderfläche des Collum) wird mittels eines schwarzen Fadens nach dem Augenmaß auf der Vorderfläche des Collum markiert, und zwar so, daß Caput und Collum möglichst genau halbiert werden.

13a. Obere projektivische Breite: Gleiches Maß, jedoch projektivisch genommen. Man lege den Knochen mit seiner Unterseite auf die horizontale Platte und mit seiner äußeren Fläche an die senkrechte Längswand des Meßbretts an und tastet mit dem Winkel am Caput. Bei dieser Art der Messung werden aber die Torsionsunterschiede vernachlässigt.

13 (1). **Untere Epiphysenlänge:** Projektivischer Abstand des tiefsten Punktes des Condylus medialis (lateralis) vom Mittelpunkt der Linea intercondylica ventralis. Meßbrett, umgesteckter Gleitzirkel.

14. **Vordere Collum- und Caputlänge:** Projektivischer Abstand der Caputmitte von einem Punkte der Vorderfläche des Knochens, an welchem sich die Collumachse und die Diaphysenachse schneiden. Die beiden Achsen werden durch Faden markiert. Gleitzirkel mit ungleich verschiebbaren Armen.

14a. **Untere Collum- und Caputlänge:** Abstand der Crista intertrochanterica von dem hervorragendsten Punkte des Kopfes in der Mittellinie des Halses gemessen. Stangenzirkel. Die Crista stellt meist keine scharf markierte Linie, sondern einen mehr oder weniger breiten Knochenrücken dar, was die Genauigkeit dieses Maßes beeinträchtigt (KOGANEI).

14b. **Caputlänge in Richtung der vorderen Collumachse:** Abstand des Endpunktes der verlängerten Collumachse an der Caputfläche von dem Schnittpunkt dieser Achse mit dem lateralen Knorpelgrenzrand. Gleitzirkel mit ungleich verschiebbaren Armen. Stangenzirkel.

14c. **Collumlänge:** Abstand des Schnittpunktes der Collumachse mit dem lateralen Knorpelgrenzrand des Kopfes vom Schnittpunkt dieser Achse mit der oberen Schaftachse. Gleitzirkel mit ungleich verschiebbaren Armen. Stangenzirkel.

15. **Vertikaler Durchmesser des Collum (Höhe):** Kleinster Abstand des Oberrandes vom Unterrande des Collum. Gleitzirkel. Denkt man sich durch das Collum an der Stelle der tiefsten oberen Einsattelung einen Schnitt senkrecht zur Achse der Vorderfläche gelegt, so entspricht das Maß der Länge des größten Durchmessers der Ellipse.

16. **Sagittaler Durchmesser des Collum (Breite, Tiefe):** Abstand der Vorderfläche des Collum von der Hinterfläche, an der Überschneidung der vorderen Collumachse mit dem vertikalen Durchmesser und senkrecht auf diesen gemessen. Gleitzirkel.

17. **Umfang des Collum:** Umfang an den Stellen, an welchen die beiden Durchmesser genommen wurden. Bandmaß.

18. **Vertikaler Durchmesser des Femurkopfes:** Geradlinige Entfernung des höchsten von dem tiefsten Punkte des Caput. Beide Punkte liegen in der Äquatorialebene des Kopfes, wenn man denselben so vor sich hinhält, daß man auf die Fovea centralis blickt. Gleitzirkel.

19. **Transversaler oder sagittaler Durchmesser des Femurkopfes:** Geradlinige Entfernung der beiden seitlich am meisten vorspringende Punkte der genannten Äquatorialebene, senkrecht zum vertikalen Durchmesser gemessen. Gleitzirkel.

20. **Umfang des Femurkopfes:** Umfang an den Stellen gemessen, an welchen die Durchmesser genommen werden. Bandmaß.

21. **Epicondylenbreite (Condylenbreite):** Abstand der beiden am meisten vorspringenden Punkte der Epicondylen voneinander. Meßbrett. Das Femur wird mit seiner Hinterfläche auf die horizontale Platte aufgelegt und ein Epicondylus an die vertikale Wand gepreßt. Der Winkel tastet am anderen Epicondylus lateralis.

21a. **Vordere projektivische Breite des medialen Condylus:** Abstand der Mitte (= Schnittpunkt) des oberen Knorpelrandes der Facies patellaris mit der unteren Schaftlängsachse vom Epicondylus tibialis. Meßbrett, umgesteckter Gleitzirkel.

21b. **Vordere projektivische Breite des lateralen Condylus:** Gleiche Technik wie Maß Nr. 21a.

21c. **Hintere Breite des Condylus tibialis:** Abstand des medialen vom lateralen Rand des Condylus tibialis möglichst parallel zum Oberrand der Gelenkfläche. Gleitzirkel.



21d. **Breite der Fossa intercondylioides**: Abstand des lateralen Randes des inneren Condylus vom medialen Rand des äußeren Condylus in der horizontalen Mittellinie. Gleitzirkel.

21e. **Hintere Breite des Condylus lateralis**: Abstand des medialen vom lateralen Rand des Condylus fibularis möglichst parallel zum Oberrand der Gelenkfläche. Gleitzirkel.

22. **Dicke (bzw. projektivische) Länge des Condylus fibularis**: Abstand des vordersten von dem hintersten Punkt des Condylus fibularis, projiziert auf eine Senkrechte zu der Ebene, welche die Hinterfläche der beiden Condylen tangiert. Meßbrett. Der Knochen wird senkrecht zur horizontalen Platte gehalten, wobei die Hinterflächen der beiden Condylen an die vertikale Wand angelegt sind. Der Winkel berührt den in dieser Stellung des Knochens am meisten nach vorn vorspringenden Punkt des Condylus fibularis.

23. **Größte Länge des Condylus fibularis**: Abstand des vordersten Punktes der Kniegelenkfläche der Condylus fibularis von dem am meisten nach hinten vorstehenden Punkte der Gelenkfläche. Gleitzirkel.

23a. **Größte projektivische Länge des Condylus fibularis**: Abstand des wahren Condylus von der Impressio menisci zum hintersten Punkt der Dorsalfläche (RIED, 1925).

24. **Größte Länge des Condylus tibialis**: Gleiche Technik wie bei Nr. 23.

24a. **Größte projektivische Länge des Condylus tibialis**: Abstand des wahren Condylus von der Impressio menisci zum hintersten Punkt der Dorsalfläche (RIED, 1925).

24b. **Projektivische Tiefe des Condylus tibialis**: Abstand des vordersten von dem hintersten Punkt des Condylus medialis, projiziert auf eine Ebene, die die Hinterfläche der beiden Condylen tangiert. Meßbrett.

25. **Hintere Höhe des Condylus fibularis**: Projektivischer Abstand des tiefsten Punktes des fibularen Condylus vom höchsten. Umgesteckter Gleitzirkel.

26. **Hintere Höhe des Condylus tibialis**: Projektivischer Abstand des tiefsten Punktes des tibialen Condylus vom höchsten. Umgesteckter Gleitzirkel.

26a. **Wahre Länge der Krümmungskurve des Condylus fibularis** in der Mitte der Gelenkfläche gemessen (RIED, 1925): Man mißt von der Impressio menisci zum höchsten Punkt der Dorsalfläche in der Mittellinie. Feinster Zinkdraht.

26b. **Wahre Länge der Krümmungskurve des Condylus tibialis** (ohne Zusatzfläche [H. VICHOW]): Technik wie bei 26a (RIED).

26 (1). **Tiefe des Trochanter major**: Abstand der Vorderseite des Trochanter major von der Hinterseite in der Höhe des oberen Schaftendpunktes. Gleitzirkel mit ungleich verschiebbaren Armen.

26 (2). **Breite des Trochanter major**: Abstand der Medial- von der Lateralseite des Trochanter major. Tasterzirkel.

26 (3). **Projektivische Höhe der Facies patellaris**: Projektivischer Abstand der Mitte des oberen Knorpelrandes der Facies patellaris vom dem unteren Begrenzungsrand. Gleitzirkel mit ungleich verschiebbaren Armen.

26 (3a). **Absolute Höhe der Facies patellaris**: Geradlinige Entfernung der Mitte des oberen Knorpelrandes der Facies patellaris vom Unterrand. Gleitzirkel. Die gleichen Meßpunkte wie zum vorhergehenden Maße, nur wird ihre größte Entfernung bestimmt.

26 (3b). **Breite der Facies patellaris**: Abstand der Schnittpunkte des lateralen und medialen Knorpelrandes in der transversal gezogenen Mittellinie der Gelenkfläche. Gleitzirkel.

27. **Krümmung der Diaphyse**: Abstand des höchsten Punktes der vorderen Diaphysenkrümmung von einer Geraden, welche die Endpunkte dieser Kurve miteinander verbindet. Meßbrett.

Diese „Antekurvatur“ des Schenkelknochens ist bei den verschiedenen Menschenrassen und Altersstufen recht variabel. Zweifellos wirken dabei endogen-erbliche und exogen-mechanische Formkräfte zusammen. Man kann zugleich die Sehne der Krümmung, den größten Abstand des Bogens über derselben und die Lage der höchsten Krümmung bestimmen (siehe Krümmungsindex). Betrachtet man die Krümmung als Kreisbogen, so kann man, um einen Einblick in die Krümmung selbst zu gewinnen, auch den zugehörigen Radius bestimmen nach der Formel

$$r = \frac{a^2 + 4h^2}{8h},$$

wobei  $a$  die Sehne und  $h$  den größten Abstand der Kurve von derselben bedeutet. Je größer  $r$ , um so schwächer ist die Krümmung.

27 a. Abstand des höchsten Punktes der konvexen Vorderfläche des Femur von einer Ebene, welche die vorstehendsten Punkte der Hinterfläche der beiden Kondylen und den Trochanter major tangiert. Man legt die dorsale Fläche des Femur derart an die vertikale Längswand des Meßbretts an, daß es mit den beiden Hinterflächen der Kondylen und dem Trochanter major an ihr fest anliegt. Hierauf sucht man mit dem Winkel die Stelle der höchsten Erhebung der Vorderfläche und liest die Distanz derselben von der senkrechten Wand auf der Skala der Horizontalplatte ab. Man markiere und notiere die Lage der höchsten Erhebung am Knochen. Meßbrett, Maß 27 a gibt nicht die eigentliche Diaphysenkrümmung und hängt sehr ab von der Ausbildung der Kondylen und von dem Punkt, auf dem das obere Knochenende aufliegt.

## 28. Torsionswinkel:

Winkel, den die Schenkelachse mit der hinteren Kondylentangente bildet. Parallelograph. (Abb. 262). Die obere Collumachse wird durch einen schwarzen Faden markiert, den man von der Mitte des Caput bis zum Trochanter major führt, so daß das Collum, von oben gesehen, in zwei gleiche Hälften geteilt wird. Auf den Faden wird dann in gleicher Richtung

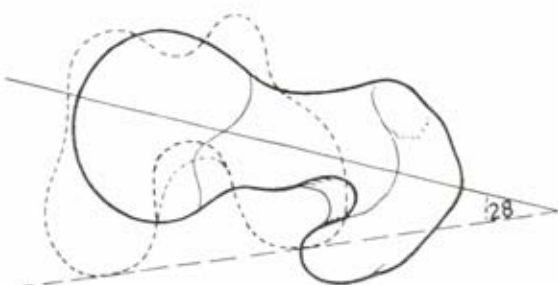


Abb. 262. Untere und obere Epiphyse des Femur mit oberer Collumachse und Condylustangente.

mit Wachs eine Stahlnadel befestigt. Auch die Condylenachse wird durch eine Stahlnadel markiert, die man als Tangente an die Hinterfläche der beiden Condylen anlegt. Oder man legt die Nadel parallel zu dieser Tangente an die Unterfläche der Condylen und zwar durch die vordere Grenze der Fossa inter-condylica (die Condylen von unten gesehen). Hierauf spannt man den Knochen vertikal in einen Knochenhalter ein, so daß die Gelenkachsen sich schneiden, punktiert die Endpunkte derselben mit dem Parallelographen ab und mißt den Winkel auf der Zeichnung. BROCA hat zur Messung des Winkels einen besonderen Tropometer konstruiert (1881).

28 a. Dasselbe Maß wie Nr. 28. Mit RIEDS Meßbrett zu messen: Man legt in diesem Fall das Femur auf der Dorsalseite vor die vertikale Schleife, stellt einen Faden der Schleife so ein, daß er das von oben gesehene Collum halbiert, und liest den Winkel ab, den der Faden mit der Meßbrettebene bildet. (RIED, 1915).

Man beachte bei diesen Messungen, daß es sich jeweils um einen Kombinationseffekt handelt. Die Torsion von Schaft und Schenkelhals, sowie die Position von Hüftkopf und Condylenmassiv wirken hier anatomisch und funktionell zusammen.

29. Halschaftwinkel (Collo-Diaphysenwinkel; Collo-Corpuswinkel GIESELER): Winkel, den die Diaphysenachse mit der Schenkelachse bildet. Über die Bestimmung der Collumachse vergleiche Nr. 13. Die Diaphysenachse wird

wieder durch einen schwarzen Faden bestimmt, der vom oberen Ende der Linea obliqua in der Mediansagittal-Ebene über die Vorderfläche des Knochens bis zu den Condylen gespannt und mit Wachs befestigt wird. Bei starker Torsion oder Schaftkrümmung (Antekurvatur) kann das Anlegen des Fadens über den ganzen Knochen Schwierigkeiten bereiten; in diesem Fall ist nur die Achse der oberen Diaphysenhälfte bestimmbar. Man liest den Winkel am Schnittpunkt der beiden Fäden mittels des Transporteurs direkt auf dem Knochen ab. Oder mit RIEDS Meßbrett zu messen.

30. **Condylö-Diaphysenwinkel**: Winkel, den die Diaphysenachse mit der Condylentangente bildet. RIEDS Meßbrett. Ist die Diaphysenachse durch einen schwarzen Faden bestimmt, so legt man den Knochen mit seiner Hinterfläche so auf die Horizontalplatte des Meßbretts auf, daß die unteren Condylflächen der kurzen vertikalen Wand fest anliegen. Ablesen des Winkels mittels des Transporteurs an der kurzen Querwand des Meßbretts, wie bei Humerus unter Nr. 16 beschrieben. Bestimmt wird der Winkel, den die Diaphysenachse mit der Vertikalen bildet. Oder mit RIEDS Meßbrett zu messen.

31. **Rotationswinkel des Collum**: Winkel, den der vertikale (größte) Collumdurchmesser mit der Diaphysenachse bildet. Zur Messung dieses Winkels bedarf es eines besonderen Apparates.

32. **Schaftwinkel**: Winkel, den die obere mit deren unteren Schaftachse bildet. RIEDS Meßbrett. Wichtig für Anthropoiden.

33. **Condylentangentenwinkel (RIED)**: Winkel, den die vordere mit der hinteren Condylentangente bildet. RIEDS Meßbrett.

Dieser Winkel ist bei Mensch und Anthropoiden gegensätzlich, was zweifellos mit der Halbaufrichtung bzw. vollendeten vertikalen Streckung des Beinskeletts zusammenhängt.

34. **Capito-Collumwinkel**: Winkel, den die obere Collumachse mit der oberen Caputachse bildet. RIEDS Meßbrett.

Bei der Bewertung der Valgität oder Varität des Femur sind die folgenden Komponenten zu berücksichtigen:

1. Condylö-Diaphysenwinkel (*genu valgum*)
2. Transversale Schaftkrümmung (*femur varum*)
3. Collo-Diaphysenwinkel (*coxavalga, vara*)
4. Caput-Position (*caput valgum, varum, Retroversio, Anteversio*)

#### Indices:

##### Längendicken-Index:

$$\begin{aligned} a) &= \frac{\text{Umfang der Diaphysenmitte (8)} \times 100}{\text{Länge des Femur in natürlicher Stellung (2)}} \\ b) &= \frac{\text{Umfang der Diaphysenmitte (8)} \times 100}{\text{Diaphysenlänge (5)}} \\ c) &= \frac{\text{Umfang der Diaphysenmitte (8)} \times 100}{\text{Diaphysenlänge (5 a)}} \\ d) &= \frac{\text{Umfang des Collum (17)} \times 100}{\text{Diaphysenlänge (5)}} \quad (\text{nach SCHLAGINHAUFEN}). \end{aligned}$$

##### Robustizitäts-Index:

$$\frac{\text{Sagittaler + transversaler Durchmesser der Diaphysenmitte (6 + 7)} \times 100}{\text{Länge des Femur in natürlicher Stellung (2)}}$$

**Index des Diaphysenquerschnitts der Mitte (Index pilasticus):**



$$= \frac{\text{Sagittaler Durchmesser der Diaphysenmitte (6)} \times 100}{\text{Transversaler Durchmesser der Diaphysenmitte (7)}}$$

Femora mit Indices unter 100 zeigen in der Regel keinen Pilaster. Ist ein solcher dennoch deutlich ausgebildet, so ist dies ausdrücklich zu bemerken.

Index des oberen Diaphysenquerschnitts (Index platymericus):

$$= \frac{\text{Oberer sagittaler Diaphysendurchmesser (10)} \times 100}{\text{Oberer transversaler Diaphysendurchmesser (9)}}$$

Einteilung:	hyperplatymer <sup>1)</sup>	x—74,9
	platymer	75,0—84,9
	eurymer	85,0—99,9
	stenomer	100,0—x

BELLO bezeichnet Femora mit einem Index von:

x—65 als sehr stark	} platymer
65—75 als ausgesprochen	
75—80 als leicht	

Sagittal-Index der unteren Diaphysenhälfte:

$$= \frac{\text{Kleinsten unterer sagittaler Diaphysendurchmesser (11)} \times 100}{\text{Sagittaler Durchmesser der Diaphysenmitte (6)}}$$

Transversal-Index der unteren Diaphysenhälfte:

$$= \frac{\text{Unteren transversaler Diaphysendurchmesser (12)} \times 100}{\text{Transversaler Durchmesser der Diaphysenmitte (7)}}$$

Index popliteus:

$$= \frac{\text{Kleinsten unterer sagittaler Diaphysendurchmesser (11)} \times 100}{\text{Unteren transversaler Diaphysendurchmesser (12)}}$$

Index des Collumquerschnittes:

$$= \frac{\text{Sagittaler Durchmesser des Collum (16)} \times 100}{\text{Vertikaler Durchmesser des Collum (15)}}$$

Index des Caputquerschnittes:

$$= \frac{\text{Transversaler Durchmesser des Caput (19)} \times 100}{\text{Vertikaler Durchmesser des Caput (18)}}$$

Robustizitäts-Index des Kopfes:

$$= \frac{\text{Transversaler + vertikaler Durchmesser des Caput (19 + 18)} \times 100}{\text{Länge des Femur in natürlicher Stellung (2)}}$$

Index der Collumlänge:

$$= \frac{\text{Vordere Collumlänge (14)} \times 100}{\text{Länge des Femur in natürlicher Stellung (2)}}$$

Condylen-Index:

$$= \frac{\text{Dicke des Collum fibularis (22)} \times 100}{\text{Epicondylenbreite (21)}}$$

Epicondylen-Diaphysen-Breiten-Index:

$$= \frac{\text{Transversaler Durchmesser der Diaphysenmitte (7)} \times 100}{\text{Epicondylenbreite (21)}}$$

Epicondylen-Diaphysen-Längen-Index:

$$= \frac{\text{Epicondylenbreite (21)} \times 100}{\text{Diaphysenlänge (5 a)}}$$

Condylen-Längen-Index:

$$= \frac{\text{Größte Länge des Condylus fibularis (23)} \times 100}{\text{Größte Länge des Condylus tibialis (24)}}$$

<sup>1)</sup> Vom griech. *μηρός* = Oberschenkel.

**Höhenbreiten-Index des Condylus fibularis:**

$$= \frac{\text{Hintere Höhe des Condylus fibularis (25)} \times 100}{\text{Dicke des Condylus fibularis (22)}}$$

**Krümmungs-Index:**

$$= \frac{\text{Höhe der Diaphysenkrümmung (27)} \times 100}{\text{Sehne der Kurve (27)}}$$

Neben der Femurkrümmung im Sinn einer *Antekurvati*on ist auch die Biegung in der Frontalebene (Femur varum, valgum) zu berücksichtigen.

RIED bezeichnet

als starke Krümmung bei einem Index von  $x-3,0$

als mäßige Krümmung bei einem Index von  $3,1-4,0$

als mittlere Krümmung bei einem Index von  $4,1-x$

Nach der Art der Krümmung unterscheidet RIED:

Typus I: gekrümmte oder kypylomorphe Femora

Typus II: geknickte oder klastomorphe Femora

Typus III: gerade oder orthomorphe Femora.

Als *Lageindex der Krümmung* schlägt RIED vor:

$$\frac{\text{Entfernung des Krümmungsmaximums von der unteren Condylentangente} \times 100}{\text{Größte Länge des Femur in natürlicher Stellung}}$$

Für die Lage des Krümmungsmaximums auf die Länge des Femur in natürlicher Stellung bezogen, kommen folgende Indices in Betracht:

Tiefliegendes Krümmungsmaximum: Index  $x = 50,9$

Mittelhochliegendes Krümmungsmaximum: Index  $x = 51,0-55,9$

Hochliegendes Krümmungsmaximum: Index  $x = 56,0-60,9$

Sehr hoch liegendes Krümmungsmaximum: Index  $x = 61,0-x$

**Index der Condylenkrümmung (RIED):**

$$\frac{\text{Größte projektivische Länge des Condylus fibularis (23 a)} \times 100}{\text{Wahre Länge der Krümmungskurve des Condylus fibularis (26 a)}}$$

$$\text{ebenso: } \frac{24 \text{ a} \times 100}{26 \text{ b}}$$

Die folgenden Indices sind der Technik entnommen, die GIESELER (1927) für die Anthropoiden ausgearbeitet hat:

$$\frac{\text{Höhe des Trochanter major (3 b)} \times 100}{\text{Trochanter-Condylenlänge (3)}}$$

$$\frac{\text{Schaftlänge (5 a)} \times 100}{\text{Trochanter-Condylenlänge (3)}}$$

$$\frac{\text{Untere Epiphysenlänge (13 (1))} \times 100}{\text{Trochanter-Condylenlänge (3)}}$$

$$\frac{\text{Trochanterentfernung (4 a)} \times 100}{\text{Trochanter-Condylenlänge (3)}}$$

$$\frac{\text{Caput-Trochanterentfernung (4 b)} \times 100}{\text{Caput-Condylenlänge (1)}}$$

$$\frac{\text{Obere projektivische Breite (13 a)} \times 100}{\text{Schaftlänge (5 a)}}$$

$$\frac{\text{Vordere projektivische Epicondylenbreite (21 a)} \times 100}{\text{Schaftlänge (5 a)}}$$

$$\frac{\text{Umfang der Schaftmitte (8)} \times 100}{\text{Schaftlänge (5 a)}}$$

Transversaler (7 a) + sagittaler Mittendurchmesser (6) $\times 100$
Schaftlänge (5 a)
Collumlänge (14 c) $\times 100$
Schaftlänge (5 a)
Projektivische Tiefe des Condylus tibialis (24 b) $\times 100$
Schaftlänge (5 a)
Projektivische Länge des Condylus fibularis (22) $\times 100$
Schaftlänge (5 a)
Höhe des Condylus tibialis (26) $\times 100$
Schaftlänge (5 a)
Höhe des Condylus fibularis (25) $\times 100$
Schaftlänge (5 a)
Sagittaler Durchmesser der Mitte (6) $\times 100$
Transversaler Durchmesser der Mitte (7 a)
Oberer sagittaler Durchmesser (7 c) $\times 100$
Oberer transversaler Durchmesser (7 b)

#### μ) Patella

1. Größte Höhe der Patella: Geradlinige Entfernung des höchsten Punktes der Basis patellae von der Spitze des Apex. Gleitzirkel.

2. Größte Breite der Patella: Geradlinige Entfernung der beiden am meisten vorragenden Punkte der Seitenränder voneinander, senkrecht zur Höhe gemessen. Gleitzirkel.

3. Größte Dicke der Patella: Geradlinige Entfernung des vorstehendsten Punktes der ventralen Fläche der Patella. Gleitzirkel. Man faßt die Patella in der Sagittalebene der Crista zwischen die beiden breiten Arme des Gleitzirkels.

4. Höhe der Facies articularis patellae: Geradlinige Entfernung des höchsten Punktes des oberen Gelenkflächenrandes vom tiefsten Punkt des unteren Randes projektivisch zur Crista der Facies articularis. Gleitzirkel. Man hält die Patella mit der Facies articularis gegen sich gekehrt und legt die breiten Arme des Gleitzirkels derart an den Ober- bzw. Unterrand der Gelenkfläche, daß das Lineal des Instruments parallel der Crista verläuft.

5. Breite der inneren Gelenkfacette der Patella: Geradlinige Entfernung des medial am meisten vorragenden Punktes des Facies articularis von der Kante der vertikalen Crista, senkrecht zu letzterer gemessen. Gleitzirkel.

6. Breite der äußeren Gelenkfacette der Patella: Geradlinige Entfernung des lateral am meisten vorragenden Punktes der Facies articularis von der Kante der vertikalen Crista, senkrecht zu letzterer gemessen. Gleitzirkel.

#### Indices:

##### Höhen-Index der Patella:

Größte Höhe der Patella (1) $\times 100$
Femurlänge + Tibiallänge
Niedere Patella
x—49,9
Mittelhohe Patella
50,0—54,9
Hohe Patella
55,0—x

##### Breiten-Index der Patella:

Größte Breite der Patella (2) $\times 100$
Epicondylenbreite des Femur (21)



Schmale Patella	$x-50,9$
Mittelbreite Patella	$51,0-55,9$
Breite Patella	$56,0-x$

### Höhenbreiten-Index der Patella:

$$\frac{\text{Größte Höhe der Patella (1)} \times 100}{\text{Größte Breite der Patella (2)}}$$

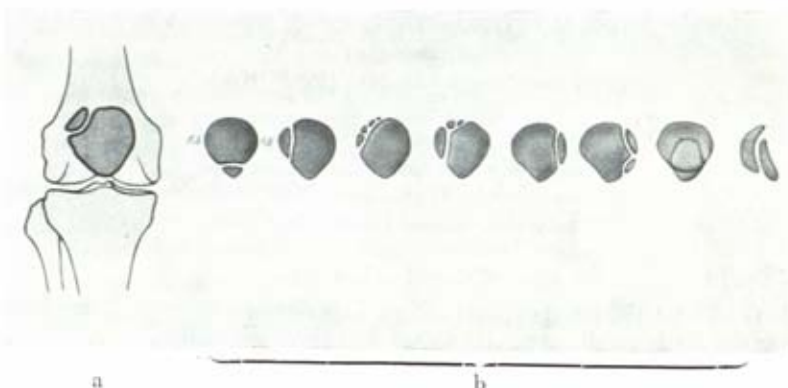


Abb. 263. Patella partita (nach LANZ-WACHSMUTH)  
a) Häufigste Form. b) Seltener Formen. Rechte Kniescheibe von vorne.

Sämtliche Maße sind unmöglich, wenn eine Patella partita mit Persistenz mehrerer primärer Knochenkernanlagen vorliegt. (siehe Abb. 263).

### v) Tibia

1. Ganze Länge der Tibia (lat. Condylen-Malleolenlänge GIESELER): Abstand der Facies articularis cranialis des Condylus fibularis tibiae von der Spitze des Malleolus tib. Meßbrett. Der Knochen wird mit seiner Hinterfläche derart auf die horizontale Platte des Meßbretts gelegt, daß seine Längsachse der Längsausdehnung des Brettes parallel läuft und die Spitze des Malleolus tibialis an der senkrechten Querwand anstößt. Das Winkelmaß wird an die laterale obere Gelenkfläche angelegt.

1a. Größte Länge der Tibia (Spino-Malleolarlänge): Abstand des vorragendsten Punktes der Eminentia intercondylica von der Spitze des Malleolus tibialis. Meßbrett. Gleiche Technik wie Nr. 1, nur wird das Winkelmaß an die Eminentia intercondylica angestoßen.

1b. Länge der Tibia (Med. Kondylen-Malleolenlänge, GIESELER): Abstand des Mittelpunktes des Seitenrandes der medialen oberen Gelenkfläche von der Spitze des Malleolus tibialis. Stangenzirkel. Dieses Maß dient am besten zum Vergleich mit der Messung am Lebenden.

2. Condylö-astragal-Länge der Tibia: Abstand des Mittelpunktes der Facies articularis des medialen Condylus von der Basis des Malleolus tibialis, wo derselbe mit der Facies cranialis tali in Gelenkverbindung tritt. Tasterzirkel.

3. Größte proximale Epiphysenbreite der Tibia (Obere Breite): Abstand der am meisten seitlich vorspringenden Punkte des Condylus tibialis und fibularis voneinander. Meßbrett. Der Knochen wird mit seiner Hinterfläche so auf die Horizontalplatte des Meßbretts gelegt, daß er mit der lateralen Seite an der vertikalen Längswand anliegt. Der Winkel tastet am Condylus

tibialis. Da es sich um ein Maximalmaß handelt, muß bei starker Torsion der Knochen unter Umständen etwas um seine Längsachse gedreht werden.

3a. Breite der oberen medialen Gelenkfläche: Abstand des Tuberculum intercondylicum tibiale von der Mitte des Seitenrandes der medialen Gelenkfläche. Gleitzirkel mit ungleich verschiebbaren Armen.

3b. Breite der oberen lateralen Gelenkfläche: Abstand des Tuberculum intercondylicum laterale von der Mitte des Seitenrandes der lateralen Gelenkfläche. Gleitzirkel mit ungleich verschiebbaren Armen.

Wird bei Anthropoiden wegen verschiedener Ausbildung und Lage der Tuberositas tibiae nicht gemessen.

4. Größter sagittaler Durchmesser der Tibia im Niveau der Tuberositas: Geradlinige Entfernung des am meisten vorspringenden Punktes der Tuberositas tibiae von dem Mittelpunkt der Hinterfläche des Knochens, der im gleichen Horizontalniveau gelegen ist. Taster- oder Gleitzirkel.

4a. Tiefe der oberen medialen Gelenkfläche: Abstand des Vorderrandes der medialen Gelenkfläche von deren Hinterrand. Gleitzirkel.

4b. Tiefe der oberen lateralen Gelenkfläche: Abstand des Vorderrandes der Gelenkfläche von dem Hinterrand. Gleitzirkel.

5. Kleinster transversaler Durchmesser der Tibia im Niveau der Tuberositas: Geradlinige Entfernung des Margo medialis vom Margo lateralis, im Niveau der Tuberositas tibiae, d. h. des sagittalen Durchmessers (Nr. 4) gemessen. Gleitzirkel.

Aus dem gleichen Grund wie bei (4) bei Anthropoiden nicht gemessen.

6. Größte distale Epiphysenbreite der Tibia: (Untere Breite): Abstand des am meisten seitlich vorspringenden Punktes des Malleolus tibialis von der Seitenfläche der unteren Epiphyse. Meßbrett. Technik wie bei Nr. 3. Der Knochen liegt mit der lateralen Fläche, und zwar mit den beiden, die Incisura fibularis begrenzenden Vorsprüngen an der vertikalen Längswand des Meßbretts an; der Winkel tastet am Malleolus tibialis.

7. Sagittaler Durchmesser der unteren Epiphyse: Abstand der Vorderfläche von der Hinterfläche der unteren Epiphyse in der Median-Ebene, auf eine zur Längsachse des Knochens senkrechte Ebene projiziert. Gleitzirkel.

8. Größter Durchmesser der Mitte: Geradlinige Entfernung der Crista ventralis von der Facies dorsalis, in der Mitte des Knochens gemessen. Gleitzirkel. Die Mitte des Knochens wird approximativ oder aus dem Längenmaß bestimmt und die Stelle durch einen Bleistiftstrich markiert.

8a. Gleiches Maß, jedoch im Niveau des Foramen nutritivum genommen. Gleitzirkel. Die Querschnittsmaße in der Mitte des Knochens sind denjenigen in der Höhe des Foramen nutritivum vorzuziehen, da die letzteren in etwa 60 Prozent (Hrdlička) durch die Ausbildung der Linea poplitea und die verschieden hohe Lage des Ernährungsloches selbst beeinflusst werden. Allerdings ist die Platyknemie (vgl. Index S. 375) im Niveau des Ernährungsloches in der Regel etwas stärker ausgesprochen als in der Mitte des Knochens. Bei Affen nimmt Vallois (1912) die Querschnittsmaße in der Mitte des zweitobersten Sechstels der ganzen Tibialänge.

8b. Gleiches Maß, jedoch ungefähr 3—4 cm unterhalb des Foramen nutritivum, an derjenigen Stelle genommen, an welcher die Linea poplitea den Margo tibialis der Tibia schneidet. Gleitzirkel.

9. Transversaler Durchmesser der Mitte: Geradlinige Entfernung des Margo tibialis von der Crista interossea in der Mitte des Knochens gemessen, da, wo der Durchmesser bestimmt wurde. Gleitzirkel.

9a. Gleiches Maß, jedoch in der Höhe des Foramen nutritivum genommen. Gleitzirkel.

9b. Gleiches Maß, jedoch ungefähr 3—4 cm unterhalb des Foramen nutricium, an der gleichen Stelle genommen, an der der entsprechende sagittale Durchmesser bestimmt wurde. Gleitzirkel.

10. Umfang der Diaphyse: Umfang in der Mitte des Knochens gemessen. Bandmaß.

10a. Gleiches Maß, im Niveau des Foramen nutricium gemessen.

10b. Kleinster Umfang der Diaphyse: Kleinster Umfang, wo er sich findet, gewöhnlich im untersten Drittel des Knochens, da, wo die Crista anterior zu verschwinden beginnt (etwa 10 cm proximalwärts von der Spitze des Malleolus tibialis). Bandmaß.

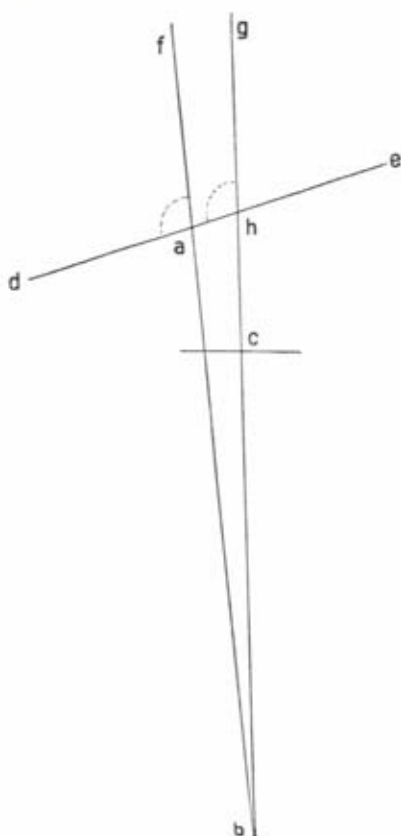


Abb. 264. Konstruktionsfigur zur Berechnung des Retroversions- und Inklinationswinkels der Tibia. ghd Retroversionswinkel; fad Inklinationswinkel.

fläche des Condylus tibialis (a) und den Mittelpunkt der unteren Gelenkfläche, der in der Mitte einer ganz niederen, sagittal gerichteten Crista gelegen ist (b). Hierauf zieht man auf der Facies lateralis des Knochens ungefähr 1—2 cm unterhalb der Tuberositas tibiae eine Querlinie von der Crista anterior zum Margo lateralis und markiert durch einen Punkt die Mitte dieses Durchmessers (c). Hierauf befestigt man mit Wachs eine Stahlnadel (d—e) in sagittaler Richtung über die Mitte der Gelenkfläche des Condylus medialis. Spannt man nun die Tibia in horizontaler Lage, die Facies lateralis noch oben, derart in ein Knochenstativ ein,

11. Krümmung der Tibia: Abstand des höchsten Punktes der Krümmung der Crista ventralis von einer Geraden, welche die Endpunkte der Krümmungskurve miteinander verbindet (Technik wie bei der Femurkrümmung S. 566 oder Koordinatenzirkel). Man bestimme bei horizontaler Lage der Tibia die tiefste Stelle des Vorderrandes unterhalb der Tuberositas und oberhalb des distalen Knochenendes und suche dann den höchsten Punkt der Krümmung auf. Hierauf mißt man den Höhenabstand und die Sehne, aus welcher der Krümmungsindex und Lageindex (RIED) berechnet wird.

12. Retroversionswinkel: Winkel, den die an die Gelenkfläche des Condylus tibialis angelegte sagittal gerichtete Tangente mit der Knochenachse bildet, welche durch die Mitte der Diaphyse gelegt wird. Technik wie bei Nr. 13. (Abb. 264 ghd.)

13. Inklinationswinkel: Winkel, den die an die Gelenkfläche des Condylus tibialis angelegte, sagittal gerichtete Tangente mit der Linea verbindet, welche den Mittelpunkt der oberen medialen mit dem Mittelpunkt der unteren Gelenkfläche verbindet. (Abb. 264 fad.)

Die Bestimmung dieser beiden Winkel geschieht am leichtesten mittels des Parallelographen. Man bestimmt zunächst und markiert an der Tibia mit einem Zeichenstift durch kleine Punkte oder Kreuzchen den Mittelpunkt der Gelenk-



daß die Condylentangente (Stahlnadel) parallel der Unterfläche (Marmorplatte) verläuft, so braucht man mit dem Parallelographen nur die oben erwähnten Punkte a, b und c und die beiden Enden der Stahlnadel d und e auf ein Blatt Papier abzustechen. Hierauf zieht man auf dem Papier die Geraden de, bf durch a und bg durch c aus und liest die Winkel mittels Transporteurs ab.

Der Einfachheit halber zieht man von beiden Winkeln je  $90^\circ$  ab und bestimmt damit eigentlich nicht die oben angegebenen Winkel, sondern die Winkelablenkung der Condylentangente von einer Horizontalen bei senkrecht gestellter Knochenachse.

Der sogenannte *biaxiale Winkel*, d. h. der Winkel, den die morphologische (bg) und die physiologische (bf) Knochenachse mit einander bilden, entspricht einfach der Differenz der beiden Winkel Nr. 12 und Nr. 13.

14. *Torsion der Tibia*: Winkel, den die Querachse der Facies articularis cranialis mit der Querachse der Facies articularis caudalis bildet. Parallelograph. Man markiert die obere Gelenkachse durch eine aufgeklebte Stahlnadel, die über die Mittelpunkte der Gelenkflächen der beiden Condylen gelegt wird. Die untere Achse wird ebenfalls durch eine Stahlnadel bezeichnet, die durch den Mittelpunkt in annähernd gleicher Entfernung von Vorder- und Hinterrand der Gelenkfläche gelegt wird. Abstechen der Achsen mittels des Parallelographen und Ablesen des Winkels an der Zeichnung. Die obere Gelenkachse weicht gegenüber der unteren nach innen und hinten ab, was für Homo die Regel ist. In diesem Fall wird der Winkel als positiv (+), im umgekehrten als negativ (—) bezeichnet. Oder RIEDS Meßbrett.

#### Indices:

##### Index des Querschnitts der Mitte:

$$= \frac{\text{Transversaler Durchmesser der Mitte (9)} \times 100}{\text{Größter Durchmesser der Mitte (8)}}$$

##### Index cnemicus:

$$= \frac{\text{Transversaler Durchmesser der Mitte (9a)} \times 100}{\text{Größter Durchmesser der Mitte (8a)}}$$

Einteilung:	a) platyknem	x—64,9	
	mesoknem	65,0—69,9	
	euryknem	70,0—x	(KHUFF)
	b) hyperplatyknem	x—54,9	
	platyknem	55,0—62,9	
	mesoknem	63,0—69,9	
	euryknem	70,0—x	(MANOUVRIER und VERNEAU)

##### Längendicken-Index:

$$= \frac{\text{Kleinster Umfang der Diaphyse (10b)} \times 100}{\text{Ganze Länge (1)}}$$

##### Krümmungs-Index:

$$= \frac{\text{Höhe der Krümmung der Crista ventralis (11)} \times 100}{\text{Sehne der Kurve (11)}}$$

Die folgenden Indices sind der von GIESELER (1927) ausgearbeiteten Technik entnommen:

Lat. Kondylen-Malleolenlänge (1) $\times 100$
Med. Kondylen-Malleolenlänge (1b)
Größte Länge der Tibia (1a) $\times 100$
Med. Kondylen-Malleolenlänge (1b)
Med. Gelenkflächenabstand (2) $\times 100$
Med. Kondylen-Malleolenlänge (1b)

Breite der oberen Epiphyse (3) $\times 100$
Med. Kondylen-Malleolenlänge (1b)
Transversaler Durchmesser der Mitte (9) $\times 100$
Größter Durchmesser der Mitte (8)
Umfang der Mitte (10) $\times 100$
Med. Kondylen-Malleolenlänge (1b)
Kleinster Umfang (10b) $\times 100$
Med. Kondylen-Malleolenlänge (1b)

### ξ) Fibula

1. Größte Länge: Abstand des höchsten Punktes des Apex capituli fibulae vom tiefsten Punkt des Malleolus fibulae. Meßbrett.

Da dieses Maß bei manchen Anthropoiden (z. B. Orang-Utan) kleiner ist als die folgende Variante, nennt GIESELER Maß Nr. 1: Laterale Capitulo-Malleolenlänge.

1a. Mediale Capitulo-Malleolenlänge: Abstand des höchsten Punktes des Capitulum fibulae vom tiefsten Punkt der Facies articularis malleoli. Meßbrett.

2. Größter Durchmesser der Mitte: Absolut größter Durchmesser in der Mitte des Knochens gemessen. Gleitzirkel. Der Durchmesser liegt gewöhnlich zwischen Crista ventralis und Crista lateralis.

3. Kleinster Durchmesser der Mitte: Absolut kleinster Durchmesser, ebenfalls in der Mitte des Knochens gemessen. Gleitzirkel. Der Durchmesser liegt gewöhnlich zwischen Crista medialis und der Facies lateralis. Die beiden Durchmesser (Nr. 2 und Nr. 3) stehen nicht notwendig senkrecht aufeinander.

3 (1). Transversaler Durchmesser der Schaftmitte: Abstand der medialen von der lateralen Seite. Gleitzirkel.

3 (2). Sagittaler Durchmesser der Schaftmitte: Abstand der Vorder- von der Hinterfläche. Gleitzirkel.

4. Umfang der Mitte: Umfang in der Mitte des Knochens, an der Stelle, an welcher die Durchmesser genommen werden. Bandmaß. Das Bandmaß muß sich den sehr verschieden gestalteten Flächen anschmiegen.

4a. Kleinster Umfang: Absolut kleinster Umfang des Knochens etwas unterhalb der oberen Epiphyse. Bandmaß.

4b. Transversaler Durchmesser des Collum: Abstand der medialen von der lateralen Seite, genau transversal am Übergang des Schaftes in das Capitulum genommen. Gleitzirkel.

4c. Sagittaler Durchmesser des Collum: Abstand der ventralen von der dorsalen Seite, im gleichen Niveau und senkrecht zum vorigen Maß. Gleitzirkel.

4 (1). Obere Epiphysenbreite: Abstand der medialen von der lateralen Seite des Capitulum fibulae. Meßbrett.

4 (1a). Obere sagittale Epiphysenbreite: Abstand der ventralen von der dorsalen Seite des Capitulum fibulae. Die Rückseite des Knochens liegt bei der Messung von der langen Wand des Meßbretts abgewendet, die Facies articularis malleoli schaut nach oben, der Winkel tastet an dem am meisten dorsal gelegenen Punkt des Capitulum.

4 (2). Untere Epiphysenbreite: Abstand der medialen Seite des Malleolus fibulae von dem am meisten vorspringenden Punkte der Lateralseite. Meßbrett.

4 (2a). Untere sagittale Epiphysenbreite: Abstand der ventralen von der dorsalen Seite des Malleolus fibulae. Der Knochen liegt wie bei Abnahme des vorigen Maßes, der Winkel tastet an dem am meisten dorsal gelegenen Punkt des Malleolus lateralis.

4 (3). Distaler Gelenk-Schaftwinkel: Winkel, den die Längsachse der Facies articularis malleoli mit der Schaftlängsachse bildet. RIEDS Meßbrett oder Ansteckgoniometer.

4 (4). **Proximaler Gelenk-Schaftwinkel:** Winkel, den die Längsachse der *Facies articularis capituli* mit der Schaftlängsachse bildet. RÜDS Meßbrett oder Ansteckgoniometer.

4 (5). **Torsionswinkel der Fibula:** Winkel, den die Querachse der *Facies articularis malleoli* mit einer vom Apex capituli durch die Mitte des medialen Randes der *Facies articularis capituli* gelegten Achse bildet. Parallelograph.

5. **Sagittale Krümmung der Diaphyse:** Abstand des höchsten Punktes der Sagittalkrümmung der Diaphysenachse von einer Geraden, welche die Endpunkte der Krümmung miteinander verbindet. Die Krümmung kann ventralwärts (—) oder dorsalwärts (+) gehen. Dioptrograph.

6. **Transversale Krümmung der Diaphyse:** Abstand des höchsten Punktes der Transversalkrümmung der Diaphysenachse von einer Geraden, welche die Endpunkte der Krümmung miteinander verbindet. Die Krümmung kann lateralwärts (—) oder medialwärts (+) gehen. Dioptrograph.

#### Indices:

##### Index des Diaphysenquerschnittes der Mitte:

$$\frac{\text{Kleinsten Durchmesser der Mitte (3)} \times 100}{\text{Größter Durchmesser der Mitte (2)}}$$

##### Längen-Dicken-Index:

$$\frac{\text{Kleinsten Umfang (4a)} \times 100}{\text{Größte Länge (1)}}$$

Folgende Indices sind der Technik von GIESELER (1927) entnommen.

$$\frac{\text{Laterale Capitulo-Malleolenlänge (1)} \times 100}{\text{Mediale Capitulo-Malleolenlänge (1a)}}$$

$$\frac{\text{Obere Epiphysenbreite (4 (1))} \times 100}{\text{Mediale Capitulo-Malleolenlänge (1a)}}$$

$$\frac{\text{Untere Epiphysenbreite (4 (2))} \times 100}{\text{Mediale Capitulo-Malleolenlänge (1a)}}$$

$$\frac{\text{Umfang der Mitte (4)} \times 100}{\text{Mediale Capitulo-Malleolenlänge (1a)}}$$

$$\frac{\text{Sagittaler Schaftdurchmesser (3 (2))} \times 100}{\text{Transversaler Schaftdurchmesser (3 (1))}}$$

$$\frac{\text{Sagittaler Schaftdurchmesser (3 (2))} \times 100}{\text{Transversaler Schaftdurchmesser (3 (1))}}$$

Als weitere Indices gibt SPRECHER (1932) u. a. an:

$$\frac{\text{Mediale Capitulo-Malleolenlänge (1a)} \times 100}{\text{Größte Länge (1)}}$$

$$\frac{\text{Kleinsten Umfang (4a)} \times 100}{\text{Größte Länge (1)}}$$

$$\frac{\text{Umfang der Schaftmitte (4)} \times 100}{\text{Größte Länge (1)}}$$

$$\frac{\text{Kleinsten Durchmesser der Mitte (3)} \times 100}{\text{Größter Durchmesser der Mitte (2)}}$$

$$\frac{\text{Transversaler Durchmesser der Schaftmitte (3 (1))} \times 100}{\text{Sagittaler Durchmesser der Schaftmitte (3 (2))}}$$

$$\frac{\text{Transversaler Durchmesser des Collum (4a)} \times 100}{\text{Sagittaler Durchmesser des Collum (4c)}}$$

$$\frac{\text{Obere transversale Epiphysenbreite (4 (1))} \times 100}{\text{Obere sagittale Epiphysenbreite (4 (1a))}}$$

$$\frac{\text{Untere transversale Epiphysenbreite (4 (2))} \times 100}{\text{Untere sagittale Epiphysenbreite (4 (2a))}}$$

$$\frac{\text{Obere transversale Epiphysenbreite (4 (1))} \times 100}{\text{Größte Länge (1)}}$$

$$\frac{\text{Obere transversale Epiphysenbreite (4 (1))} \times 100}{\text{Größte Länge (1)}}$$



$$\frac{\text{Untere sagittale Epiphysenbreite (4 (2a))} \times 100}{\text{Größte Länge (1)}}$$

beim Affen zu berechnen als

$$\frac{\text{Untere transversale Epiphysenbreite (4 (2))} \times 100}{\text{Größte Länge (1)}}$$

Weitere Skelettmessungen von anthropologischer Bedeutung sind die Längenkorrelation von Tibia und Fibula und die Weite der Knöchelgabel.

### w) Fußskelett

#### a) Fußwurzelknochen

##### α) Talus

1. Länge des Talus: Projektivische Entfernung des Sulcus m. flexoris hallucis longi vom entferntesten Punkte der Facies articularis navicularis (Abb. 266). Gleitzirkel. Das Talus muß auf seiner Unterfläche oder Basis (d. h. mit dem Processus dorsalis und lateralis und dem tiefsten Punkte des Kopfes) auf einer horizontalen Ebene aufliegen, und die beiden Spitzen des Gleitzirkels müssen bei der Messung diese Ebene berühren.

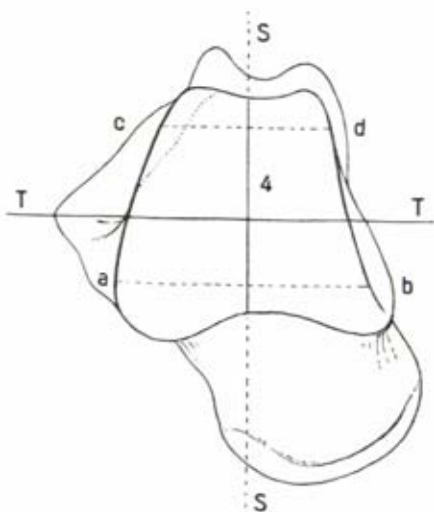


Abb. 265. Talus in der Norma verticalis mit Sagittal- und Transversalebene. SS Sagittalebene, TT Transversalebene; ab und cd sind zwei die seitlichen Ränder der Facies art. sup. verbindende Geraden, durch deren Mitte die Sagittalebene gelegt wird.

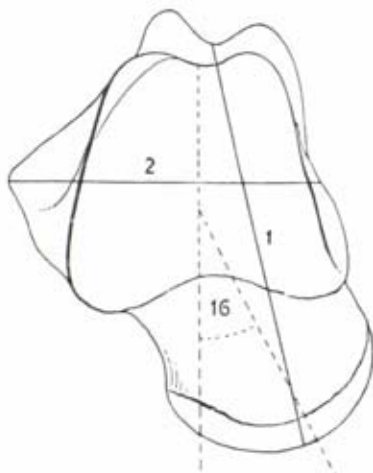


Abb. 266. Talus in der Norma verticalis mit Einzeichnung einiger Maße.

1a. Größte Länge des Talus: Geradlinige Entfernung der Spitze des Tuberculum laterale des Processus dorsalis von dem vorspringendsten Punkte der Facies articularis navicularis. Gleitzirkel. Die Basis des Knochens muß auf dem Brett aufliegen. Die sehr verschiedene Ausbildung des Processus dorsalis (Os trigonum) macht dieses Maß ungeeignet.

1b. Ganze Länge: Projektivische Entfernung des äußersten hinteren Punktes des Knochens in der Sagittalachse vom vorspringendsten Punkte des Randes der Facies articularis navicularis. Gleitzirkel. Nicht zu empfehlendes Maß.

2. **Breite des Talus:** Projektivische Entfernung der Spitze des Processus lateralis von der medialen Seite des Talus in der Transversalebene der Facies cranialis trochleae zu messen. Gleitzirkel (Abb. 266). Haltung des Instruments wie bei Nr. 1. Die Transversalebene geht durch die Spitze des Processus lateralis und steht senkrecht auf der Sagittalebene des Talus, welche durch die Mitte der Trochlea gelegt wird und diese also in eine mediale und laterale Hälfte teilt (Abb. 265). An derjenigen Stelle, an welcher die Transversalebene die mediale Fläche des Talus schneidet, findet sich meist eine kleine Vertiefung am Unterrand, in welche gewöhnlich der Zirkelarm sich einfügt. Die Spitzen des Instruments müssen die horizontale Unterlage, auf welche die Knochen wie bei der Taluslänge gelegt werden, während des Messens berühren.

2a. Geradlinige Entfernung der unteren Spitze der Facies articularis malleolaris lateralis vom hervorragendsten Punkt des Tuberculum medialis des Processus posterior. Gleitzirkel.

2b. Größte oder ganze Breite der drei Gelenkflächen der Trochlea, projektivisch, d. h. eigentlich von der unteren Spitze der Facies malleolaris lateralis bis zum vorderen unteren Ende der Facies malleolaris medialis gemessen. Gleitzirkel mit verstellbaren Armen. Wenig geeignetes Maß.

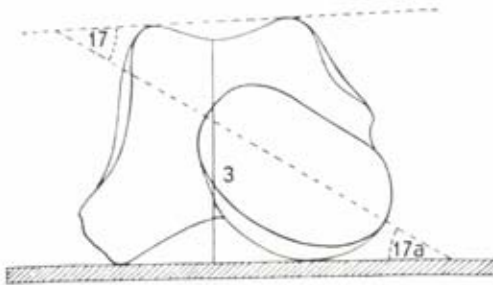


Abb. 267. Talus in der Norma frontalis mit Einzeichnung einiger Maße.

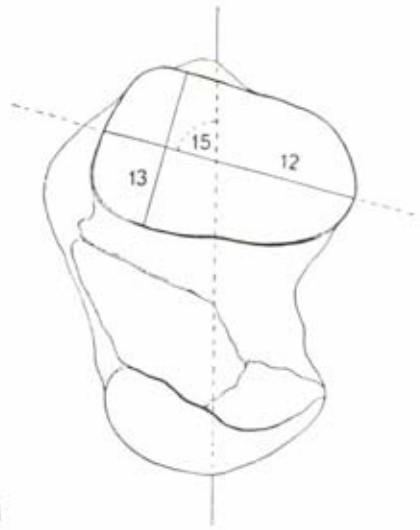


Abb. 268. Talus in der Norma basilaris mit Einzeichnung einiger Maße.

3. **Höhe des Talus:** Projektivische Entfernung der horizontalen Ebene, auf welcher der Knochen mit seiner Basis (siehe Länge) aufruht, vom höchsten Punkt der mittleren Längskurve der Facies cranialis trochleae (Abb. 267). Gleitzirkel. Man hält den Talus mit der linken Hand auf einer 1 mm dicken Glasplatte fest, so daß seine Basis mit den drei oben genannten Punkten auf derselben aufruht, und seine mediale Fläche der rechten Hand zugekehrt ist. Dann legt man den beweglichen Arm des Gleitzirkels mit seiner Breitseite genau auf die Unterfläche der Glasplatte an und schiebt den festen Arm auf den höchsten Punkt der medialen Längskurve der Facies superior trochleae. Von dem gefundenen Maß ist 1 mm = der Dicke der Glasplatte in Abzug zu bringen.

3 (1). Gleiches Maß wie eben, nur mit dem Unterschied, daß man den festen Arm des Gleitzirkels auf den höchsten Punkt des medialen Seitenrandes der Facies cranialis trochleae anschiebt.

3a. Projektivische Entfernung des höchsten Punktes des medialen Randes der *Facies articularis cranialis* von dem an der Unterfläche des Knochens am meisten vorstehenden Punkt des Caput und der *Tuberositas medialis processus cranialis*.

3b. Abstand der horizontalen Fläche, auf welcher der Knochen mit seiner Trochlea aufruht (also *Norma basilaris* nach oben), von der Mitte der *Facies articularis calcanei dorsalis*. Diagraph. Der Knochen wird auf eine in einem Stativ horizontal festgehaltene Glasplatte gelegt.

4. Länge der Trochlea tali: Abstand der beiden Kreuzungspunkte der mittleren Längskurve der Trochlea mit dem vorderen und hinteren Rand der *Facies cranialis* miteinander (Abb. 265). Die mittlere Längskurve der Trochlea liegt in der Sagittal-Ebene (vgl. Talusbreite). Gleitzirkel.

5. Breite der Trochlea tali: Abstand des lateralen vom medialen Rand der *Facies cranialis trochleae*, in der Transversalebene gemessen (vgl. Breite des Talus). Gleitzirkel.

5 (1). Hintere Trochleabreite: Abstand des lateralen vom medialen Rand der *Facies superior trochleae* am hinteren unteren Ende der Trochlea quer zur Sagittalachse gemessen. Die am hinteren Ende des lateralen Randes als spitzes Dreieck mehr oder weniger scharf abgegrenzte *Facies articularis intermedia* wird nicht berücksichtigt, sondern man verlängert den Seitenrand bis an das hintere Ende der Trochlea und zeichnet sich am besten vor Beginn der Messung mit Bleistift diese Randgrenze auf. Gleitzirkel.

5 (2). Vordere Trochleabreite: Abstand des lateralen vom medialen Rande der *Facies cranialis trochleae* am vorderen Ende der Trochlea quer zur Sagittalachse gemessen. Gleitzirkel.

Die Maße 5 (1) und 5 (2) sowie der daraus berechnete Index haben nur Wert innerhalb der ganzen Primatengruppe, nicht innerhalb der menschlichen Rassen.

6. Höhe der Trochlea: Abstand des höchsten bzw. entferntesten Punktes der mittleren Längskurve der Trochlea von einer Geraden, welche die Endpunkte dieser Kurve miteinander verbindet. Koordinatenzirkel.

7. Ganze Breite der *Facies articularis malleolaris fibularis*: Geradlinige Entfernung der unteren Spitze der Gelenkfläche auf dem *Processus lateralis* von der Höhe des lateralen Randes der *Facies superior trochleae*, in der transversalen Ebene gemessen. Gleitzirkel.

7a. Projektivische Breite der *Facies articularis malleolaris fibularis*: Projektivischer Abstand der unteren Spitze der Gelenkfläche auf dem *Processus lateralis* von der Höhe des lateralen Randes der *Facies superior trochleae* in der Transversalebene und projektivisch zur horizontalen Unterlage. Gleitzirkel mit verschiebbaren Armen.

8. Länge des Collum + Caput: Projektivische Entfernung des entferntesten Punktes der *Facies articularis navicularis* von dem vorderen Ende der mittleren Längskurve der Trochlea in der Längsachse des Collum projiziert auf die Unterlage des Knochens gemessen. Gleitzirkel mit verschiebbaren Armen.

9. Länge des Caput tali: Geradlinige Entfernung der beiden Endpunkte der Längsachse der *Facies articularis navicularis* voneinander. Die Gelenkfläche für die *Fibrocartilago navicularis* ist im Maß begriffen. Gleitzirkel.

10. Breite des Caput tali: Größte Breite senkrecht zur Längsachse. Bei einigen Affen ist die untere Grenze der Gelenkfläche schwer zu bestimmen, da sie fast direkt in die *Facies articularis calcanea ventralis* übergeht. Gleitzirkel.

11. Höhe des Caput tali: Abstand des entferntesten Punktes der mittleren Längskurve der *Facies articularis navicularis* von einer geraden Linie, welche die Endpunkte jener Kurve miteinander verbindet. Koordinatenzirkel.

12. Länge der *Facies articularis calcanea dorsalis*: Geradlinige Entfernung der beiden Endpunkte der mittleren Längskurve der *Facies*



articularis calcanea dorsalis voneinander (Abb. 268). Die Punkte sind genau am Rand der Gelenkfacette zu wählen. Gleitzirkel.

13. Größte Breite der Facies articularis calcanea dorsalis: Größte Breite senkrecht zur Länge. Gleitzirkel.

13 a. Breite in der Mitte der Länge gemessen.

14. Tiefe der Facies articularis calcanea dorsalis: Abstand des entferntesten Punktes der mittleren Längskurve der Facies articularis calcanea posterior von der Geraden, welche die Endpunkte dieser Kurve miteinander verbindet. Koordinatenzirkel.

15. Ablenkungswinkel der Facies articularis calcanea dorsalis: Winkel, den die mittlere Längskurve der Trochlea mit der Längsachse der Facies articularis calcanea posterior bildet (Abb. 268). Man befestigt mit Wachs eine Nadel in der Längsachse der Facies articularis calcanea dorsalis und eine zweite in der Längsachse der Trochlea. Hierauf legt man eine dritte Nadel mit Wachs an die zweite, parallel zur ersten, und liest den Winkel dieser beiden Nadeln mit dem Transporteur ab. Oder einfacher mit RIEDS Meßbrett zu messen.

16. Ablenkungswinkel des Collum tali: Winkel, den die Trochleasagittale mit der Längsachse des Collum tali bildet (Abb. 266). Die letztere wird so bestimmt, daß man dem Augenmaß nach zwei Querdurchmesser des Halses halbiert. Die Achsen werden durch Nadeln fixiert und der Winkel mit dem Transporteur abgelesen. Oder RIEDS Meßbrett.

17. Torsionswinkel des Caput: Winkel, den die Längsachse, d. h. die mittlere Längskurve der Facies articularis navicularis mit der Trochlea-Kopfebene bildet, auf welcher der Talus in umgekehrter Lage aufruft (Abb. 267). Dieser Winkel ist dem nächsten Nr. 17a vorzuziehen, weil die Unterstützungsebene durch die Ausbildung der Processus lateralis und posterior beeinflusst wird.

17 a. Winkel, den der Längendurchmesser, d. h. die mittlere Längskurve der Facies articularis navicularis mit der Horizontalebene bildet, auf welcher der Talus in normaler Lage aufliegt. Man klebt eine Nadel in der Richtung der mittleren Längskurve auf die Facies articularis navicularis auf, legt den Knochen in normaler Lage auf eine Glasplatte, so daß die Nadel den Plattenrand berührt, und liest an diesem Rand den Winkel mit dem Transporteur ab. Man kann auch RIEDS verbessertes Meßbrett benutzen. Der Astragalus wird derart auf das Meßbrett gelegt, daß er mit seiner Basis auf diesem ruht und daß sein Caput vor der senkrechten Schleife, dieser zugekehrt, steht. Den einen Faden der Schleife stellt man dann auf die Längsachse der Facies articularis navicularis, den anderen in der Richtung der queren Trochlea-Tangente ein und liest den Winkel ab.

Über Talo-calcaneus-Winkel siehe unter Calcaneus S. 585.

Indices:

Längenbreiten-Index des Talus:

$$= \frac{\text{Talusbreite (2)} \times 100}{\text{Taluslänge (1)}}$$

Längenhöhen-Index des Talus:

$$= \frac{\text{Talushöhe (3)} \times 100}{\text{Taluslänge (1)}}$$

Index der Trochleallänge:

$$= \frac{\text{Trochleallänge (4)} \times 100}{\text{Taluslänge (1)}}$$

Der Index gibt die relative Länge der Trochlea und annähernd auch diejenige des Corpus tali an, da die hinteren Endpunkte für beide Längenmaße sich naheliegen.

#### Trochlea-Breiten-Index:

$$= \frac{\text{Hintere Trochleabreite (5 (1))} \times 100}{\text{Vordere Trochleabreite (5 (2))}}$$

Der Index zeigt die Verschmälerung der Trochlea an.

$$= \frac{\text{Trochleabreite (5)} \times 100}{\text{Talusbreite (2)}}$$

#### Talus-Trochlea-Breiten-Index:

$$= \frac{\text{Trochleabreite (5)} \times 100}{\text{Trochlealänge (4)}}$$

#### Trochlea-Index (Längenbreiten-Index):

$$a) = \frac{\text{Vordere Trochleabreite (5 (2))} \times 100}{\text{Trochlealänge (4)}}$$

#### Wölbungs-Index der Trochlea (Längenhöhen-Index):

$$b) = \frac{\text{Trochleahöhe (6)} \times 100}{\text{Trochlealänge (4)}}$$

#### Indices zur Charakterisierung der Breitenentwicklung der Facies articularis malleolaris lateralis:

$$a) = \frac{\text{Ganze Breite der Facies articularis malleolaris fib. (7)} \times 100}{\text{Talusbreite (2)}}$$

$$b) = \frac{\text{Projektivische Breite der Facies articularis malleolaris fib. (7 a)} \times 100}{\text{Talusbreite (2 a)}}$$

#### Indices zur Charakterisierung der Breiten- und Tiefenentwicklung der Facies articularis calcanea dorsalis:

$$a) = \frac{\text{Größte Breite der Facies articularis calcanea dors. (13)} \times 100}{\text{Länge der Facies articularis calcanea dorsalis (12)}}$$

$$b) = \frac{\text{Tiefe der Facies articularis calcanea dorsalis (14)} \times 100}{\text{Länge der Facies articularis calcanea dorsalis (12)}}$$

#### Collum-Talus-Index:

$$= \frac{\text{Länge des Collum + Caput tali (8)} \times 100}{\text{Taluslänge (1)}}$$

#### Caput-Indices:

$$a) = \frac{\text{Breite des Caput tali (10)} \times 100}{\text{Länge des Caput tali (9)}}$$

$$b) = \frac{\text{Länge des Caput tali (9)} \times 100}{\text{Taluslänge (1)}}$$

$$c) = \frac{\text{Höhe des Caput tali (11)} \times 100}{\text{Länge des Caput tali (9)}}$$

#### β) Calcaneus

1. Größte Länge des Calcaneus: Projektivischer Abstand des am meisten nach hinten vorspringenden Punktes des Tuber calcanei vom vordersten Punkt des Calcaneus am Oberrand der Facies articularis cuboidea in der Sagittalebene des Knochens und projiziert auf die Unterfläche gemessen (Fig. 269). Gleitzirkel. Die Sagittalebene des Knochens wird durch die Längsachse (hervor-

ragendster Punkt am Tuber bis Mitte der konkaven Einsattelung der Facies articularis cuboidea) und durch den tiefsten Punkt der Facies superior corporis calcanei gelegt. Die Horizontalebene, die ferner zur Orientierung des Knochens dient, verläuft senkrecht zur Sagittalebene und parallel zur Längsachse.

1a. Ganze Länge des Calcaneus: Geradlinige Entfernung des am meisten nach hinten vorragenden Punktes am Tuber von der Mitte der Facies articularis cuboidea (Abb. 269). Gleitzirkel.

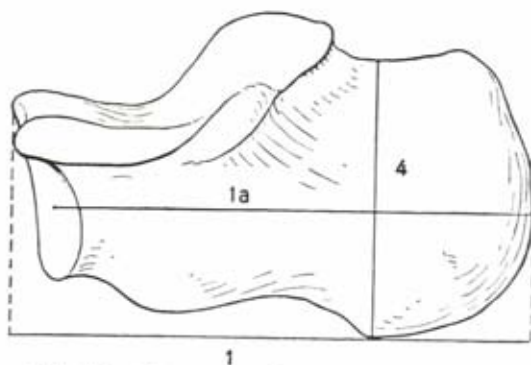


Abb. 269. Calcaneus in der Norma lat. mit Einzeichnung einiger Maße.

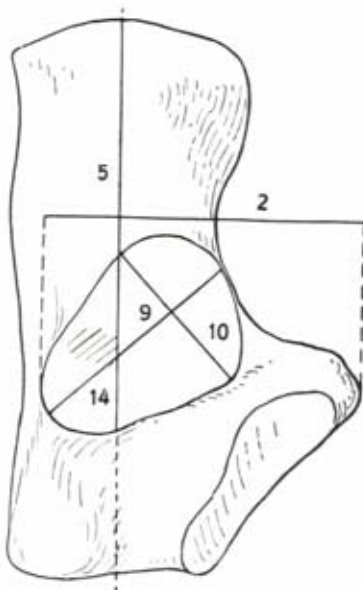


Abb. 270. Calcaneus in der Norma vert. mit Einzeichnung einiger Maße.

2. Mittlere Breite des Calcaneus: Projektivischer Abstand des lateral von der Facies articularis dorsalis am meisten vorragenden Punktes von dem am meisten medial vorstehenden Punkt des Sustentaculum tali bei der oben angegebenen Orientierung des Knochens (Abb. 270). Gleitzirkel mit stumpfen Enden. Beide Meßpunkte liegen weder in gleicher Höhe noch in einer zur Sagittalebene senkrechten Transversalebene; das Maß ist also in doppelter Weise projektivisch. Man umfaßt den Knochen von hinten mit den beiden stumpfen Armen des Instruments, wobei das Lineal desselben flach und transversal verlaufen muß.

3. Kleinste Breite des Corpus calcanei: Projektivischer Abstand des tiefsten Punktes an der medialen Seite des Corpus von dem entsprechenden am meisten einspringenden Punkt der lateralen Seite. Gleitzirkel mit Spitzen. Die Schiene des Instruments muß senkrecht zur Längsachse des Knochens gehalten werden. Der letztgenannte Punkt fällt gewöhnlich etwas oberhalb und hinter die Vorwölbung, welche sich meist hinter dem Processus trochlearis findet.

4. Höhe des Calcaneus: Projektivischer Abstand des am meisten eingesattelten Punktes der konkaven Oberfläche des Corpus calcanei vom entsprechenden Punkt der Oberfläche senkrecht zur Sagittalebene des Knochens gemessen (Abb. 269). Gleitzirkel.

5. Länge des Corpus calcanei: Geradlinige Entfernung des am Tuber am meisten nach hinten vorragenden Punktes von dem am Vorderrand der Facies articularis dorsalis am tiefsten gelegenen Punkt (Abb. 270). Gleitzirkel.



6. **Breite des Sustentaculum tali:** Abstand der inneren Begrenzung des Sulcus m. flexoris hallucis longi von dem am meisten seitlich vorspringenden Punkt des Sustentaculum, senkrecht zur Längsachse projektivisch an der Plantarseite des Knochens gemessen. Gleitzirkel mit verschiebbaren Armen, von welchen der kurze auf den Innenrand des Sulcus, der längere an den seitlichsten Punkt des Sustentaculum angelegt wird.

7. **Höhe des Tuber calcanei:** Geradlinige Entfernung des höchsten Punktes des Oberrandes des Tuber von dem tiefsten vordersten Punkt des Processus medialis tuberis calcanei. Gleitzirkel. Der Processus lateralis muß ausgeschlossen werden, da er bei Affen fehlt und bei manchen menschlichen Rassen fast vollständig mit dem Processus medialis verschmolzen ist.

7a. **Abstand des höchsten Punktes der Oberfläche des Tuber vom entsprechenden Punkt der Oberfläche.** Wenig geeignetes Maß.

8. **Breite des Tuber calcanei:** Abstand des lateralen von dem medialen Rand des Tuber, senkrecht zur Höhe in der Mitte ihrer Ausdehnung gemessen. Gleitzirkel.

8a. **Breite in der Höhe der beiden Processus tuberculi calcanei gemessen.** Ungeeignetes Maß im Hinblick auf die verschiedene Ausbildung des Processus lateralis.

9. **Länge der Facies articularis dorsalis calcanei:** Geradlinige Entfernung der beiden Endpunkte des Längsdurchmessers der Facies articularis posterior calcanei voneinander (Abb. 270). Gleitzirkel.

10. **Breite der Facies articularis dorsalis calcanei:** Abstand der beiden am meisten vorspringenden Punkte der Seitenränder der Facies articularis posterior calcanei voneinander, senkrecht zum Längsdurchmesser gemessen (Abb. 270). Gleitzirkel. Die Seitenränder der im allgemeinen elliptischen Gelenkfläche sind oft individuell und asymmetrisch ausgebildet, so daß das Maß nicht in allen Fällen genau bestimmt werden kann.

11. **Höhe der Facies articularis dorsalis calcanei:** Geradlinige Entfernung des höchsten Punktes der Längskurve der Facies articularis posterior calcanei von der Geraden, welche die Endpunkte dieser Kurve bzw. des Längsdurchmessers miteinander verbindet. Koordinatenzirkel.

12. **Größte Breite der Facies articularis cuboidea:** Geradlinige Entfernung des höchsten Punktes am medialen und oberen Rand vom tiefsten Punkt am lateralen unteren Rand der Facies articularis cuboidea. Gleitzirkel.

13. **Höhe der Facies articularis cuboidea:** Geradlinige Entfernung des am meisten eingezogenen Punktes der Vertiefung am medialen Rand von dem am weitesten vorstehenden Punkt am konvexen lateralen Rand der Facies articularis cuboidea. Gleitzirkel.

14. **Ablenkungswinkel der Facies articularis dorsalis calcanei:** Winkel, den der Längsdurchmesser, d. h. die mittlere Längskurve der Facies articularis dorsalis calcanei mit der Längsachse des Knochens bildet (Abb. 270). Man fixiert mittels Wachs eine Nadel in der Längsachse des Calcaneus und befestigt einen schwarzen Faden in der Richtung der mittleren Längskurve der Facies articularis dorsalis. Um den Winkel mit dem Transporteur ohne projektivische Verkürzung ablesen zu können, muß der Knochen so gehalten werden, daß die Facies articularis dorsalis mit der Unterlage annähernd parallel liegt. RIEDS Meßbrett.

15. **Talo-Calcaneus-Winkel**: Winkel, den die Längsachse des Calcaneus mit der Längsachse der Trochlea tali bildet. Der Winkel wird gewonnen, indem man den Ablenkungswinkel der Facies articularis calcanea dorsalis am Talus (siehe dort) von dem Ablenkungswinkel der Facies articularis posterior des Calcaneus abzieht.

Der von VOLKOW gemessene Neigungswinkel des Calcaneus kann nur an genau montierten Fußskeletten bestimmt werden. Überhaupt ist die topographische Situation des Calcaneus sehr viel wesentlicher als die eigentliche Knochenform für alle orthopädischen Fußdeformitäten (Pes valgus, varus, planus, cavus).

#### Indices:

##### Längenbreiten-Index:

$$\begin{aligned} a) &= \frac{\text{Mittlere Breite des Calcaneus (2)} \times 100}{\text{Größte Länge des Calcaneus (1)}} \\ b) &= \frac{\text{Kleinste Breite des Corpus calcanei (3)} \times 100}{\text{Größte Länge des Calcaneus (1)}} \\ b [1]) &= \frac{\text{Kleinste Breite des Corpus calcanei (3)} \times 100}{\text{Ganze Länge des Calcaneus (1 a)}} \end{aligned}$$

##### Längenhöhen-Index:

$$= \frac{\text{Höhe des Calcaneus (4)} \times 100}{\text{Ganze Länge des Calcaneus (1 a)}}$$

##### Corpus-Längen-Index:

$$= \frac{\text{Länge des Corpus calcanei (5)} \times 100}{\text{Größte Länge des Calcaneus (1)}}$$

##### Sustentaculum-Index:

$$= \frac{\text{Breite des Sustentaculum tali (6)} \times 100}{\text{Mittlere Breite des Calcaneus (2)}}$$

##### Tuber-Index:

$$\begin{aligned} a) &= \frac{\text{Breite des Tuber calcanei (8)} \times 100}{\text{Höhe des Tuber calcanei (7)}} \\ b) &= \frac{\text{Höhe des Tuber calcanei (7)} \times 100}{\text{Größte Länge des Calcaneus (1)}} \end{aligned}$$

##### Indices der Facies articularis posterior calcanei:

$$\begin{aligned} a) &= \frac{\text{Breite der Facies articularis dorsalis (10)} \times 100}{\text{Länge der Facies articularis dorsalis (9)}} \\ b) &= \frac{\text{Höhe der Facies articularis dorsalis (11)} \times 100}{\text{Länge der Facies articularis dorsalis (9)}} \end{aligned}$$

##### Höhenbreiten-Index der Facies articularis cuboidea:

$$= \frac{\text{Höhe der Facies articularis cuboidea (13)} \times 100}{\text{Größte Breite der Facies articularis cuboidea (12)}}$$

#### γ) Os naviculare

1. **Breite des Os naviculare**: Abstand eines in der Mitte der lateralen Seite von einem in der Mitte der medialen Seite (auf der Tuberositas) gelegenen Punkte. Gleitzirkel. Das Maß ist parallel zum Längsdurchmesser der Facies articularis posterior zu nehmen.

2. **Höhe des Os naviculare**: Geradlinige Entfernung der Mitte des Oberrandes der Facies articularis cuneiformium von der Spitze des Processus plantaris bzw. dem ihm entsprechenden Punkt. Gleitzirkel. Das Maß steht nicht genau senkrecht auf der Breite.

3. Größte Länge der *Facies articularis dorsalis*: Geradlinige Entfernung der beiden Endpunkte der mittleren Längskurve der *Facies articularis dorsalis* voneinander. Gleitzirkel. Man markiert die mittlere Längskurve am besten durch einen Bleistiftstrich.

4. Breite der *Facies articularis dorsalis*: Größte Breite, senkrecht auf die Länge. Die Meßpunkte liegen auf den Rändern der Gelenkfläche. Gleitzirkel.

5. Tiefe der *Facies articularis dorsalis*: Geradliniger Abstand des entferntesten Punktes der mittleren Längskurve der *Facies articularis posterior* von der Geraden, welche die Endpunkte dieser Kurve miteinander verbindet. Koordinatenzirkel.

6. Größte Länge der *Facies articularis cuneiformium*: Geradlinige Entfernung des am meisten medial von dem am meisten lateral gelegenen Punkt der *Facies articularis cuneiformium*. Gleitzirkel.

7. Kleinste Dicke des *Os naviculare*: Kleinster Abstand des Randes der *Facies articularis* für das *Os cuneiforme III* von dem entsprechenden Punkt am lateralen Rand der *Facies articularis dorsalis*. Gleitzirkel.

8. Größte Dicke des *Os naviculare*: Geradlinige Entfernung des am meisten medial gelegenen Punktes der *Facies articularis* für das *Os cuneiforme I* von dem medialen Endpunkt der mittleren Längskurve der *Facies articularis posterior*. Gleitzirkel.

#### Indices:

##### Breitenhöhen-Index:

$$= \frac{\text{Höhe des Os naviculare (2)} \times 100}{\text{Breite des Os naviculare (1)}}$$

##### Indices der *Facies articularis posterior*:

$$a) = \frac{\text{Breite der Facies articularis dorsalis (4)} \times 100}{\text{Länge der Facies articularis dorsalis (3)}}$$

$$b) = \frac{\text{Tiefe der Facies articularis dorsalis (5)} \times 100}{\text{Länge der Facies articularis dorsalis (3)}}$$

$$c) = \frac{\text{Länge der Facies articularis dorsalis (3)} \times 100}{\text{Breite des Os naviculare (1)}}$$

##### Index der *Facies articularis cuneiformium*:

$$= \frac{\text{Größte Länge der Facies articularis cuneiformium (6)} \times 100}{\text{Breite des Os naviculare (1)}}$$

##### Dicken-Index:

$$= \frac{\text{Kleinste Dicke des Os naviculare (7)} \times 100}{\text{Größte Dicke des Os naviculare (8)}}$$

#### δ) *Os cuneiforme I*

1. Untere Länge: Geradlinige Entfernung des am meisten vorragenden Punktes des Unterrandes der proximalen Gelenkfläche des *Os cuneiforme I* von dem entsprechenden Punkt der distalen Gelenkfläche. Gleitzirkel.

2. Mittlere Länge: Entsprechendes Maß, in der Mitte des Seitenrandes parallel zum Unterrand gemessen. Gleitzirkel.

3. Obere Länge: Entsprechendes Maß, am Oberrand der proximalen Gelenkfläche gemessen. Gleitzirkel.

4. Proximale Gelenkflächenhöhe: Geradlinige Entfernung des höchsten von dem tiefsten Punkt der proximalen Gelenkfläche. Gleitzirkel.

5. Distale Gelenkflächenhöhe: Geradlinige Entfernung des höchsten von dem tiefsten Punkt der distalen Gelenkfläche. Gleitzirkel.



6. **Proximale Höhe:** Abstand des höchsten Punktes des Oberrandes vom tiefsten Punkt der Basis des Knochens am proximalen Ende (nicht an den Rändern der Gelenkfläche) gemessen. Gleitzirkel.

7. **Distale Höhe:** Abstand des höchsten Punktes des Oberrandes von dem tiefsten Punkt der Basis des Knochens am distalen Ende gemessen. Gleitzirkel.

#### Indices:

##### Längenhöhen-Indices des Os cuneiforme I:

$$a) = \frac{\text{Obere Länge des Os cuneiforme I (3)} \times 100}{\text{Ganze Fußlänge (3)}}$$

$$b) = \frac{\text{Distale Höhe des Os cuneiforme I (7)} \times 100}{\text{Obere Länge des Os cuneiforme I (3)}}$$

##### Höhen-Index des Os cuneiforme I:

$$= \frac{\text{Distale Höhe des Os cuneiforme I (7)} \times 100}{\text{Proximale Höhe des Os cuneiforme I (6)}}$$

#### 1) Ossa cuneiformia II und III

1. **Obere Länge:** Geradlinige Entfernung des Mittelpunktes des Oberrandes der proximalen Gelenkfläche von dem Mittelpunkt des Oberrandes der distalen Gelenkfläche. Gleitzirkel.

2. **Mittlere obere Breite:** Geradlinige Entfernung der Mittelpunkte der lateralen und medialen Seitenränder der Oberfläche des Knochens voneinander. Gleitzirkel.

3. **Distale Breite:** Geradlinige Entfernung der beiden am meisten ausladenden Punkte der Seitenränder der distalen Knochenfläche voneinander. Gleitzirkel.

4. **Proximale Breite:** Geradlinige Entfernung der beiden am meisten ausladenden Punkte der Seitenränder der proximalen Knochenfläche voneinander. Gleitzirkel.

Maß Nr. 3 und 4 sind nur an dem Os cuneiforme III zu nehmen.

##### Längen-Index des Os cuneiforme II bzw. III:

$$= \frac{\text{Obere Länge des Os cuneiforme II bzw. III (1)} \times 100}{\text{Ganze Fußlänge (3)}^1}$$

##### Längenbreiten-Index des Os cuneiforme II bzw. III:

$$= \frac{\text{Mittlere obere Breite des Os cuneiforme II bzw. III (2)} \times 100}{\text{Obere Länge des Os cuneiforme II bzw. III (1)}}$$

##### Breiten-Index des Os cuneiforme III:

$$= \frac{\text{Proximale Breite des Os cuneiforme III (4)} \times 100}{\text{Distale Breite des Os cuneiforme III (3)}}$$

#### 2) Os cuboideum

1. **Mediale Länge:** Geradlinige Entfernung des am meisten proximal von dem am meisten distal gelegenen Punkt der medialen Fläche des Os cuboideum. Gleitzirkel.

2. **Laterale Länge:** Geradlinige Entfernung des am meisten proximal von dem am meisten distal gelegenen Punkt der lateralen Kante des Os cuboideum. Gleitzirkel.

##### Längen-Index:

$$= \frac{\text{Laterale Länge des Os cuboideum (2)} \times 100}{\text{Mediale Länge des Os cuboideum (1)}}$$

<sup>1)</sup> Gemeint ist Maß (3) S. 590.

## n) Metatarsus

1. Länge des Os metatarsale I: Abstand der proximalen Gelenkfläche von der höchsten Erhebung der distalen Gelenkfläche, senkrecht zur ersten gemessen. Gleitzirkel mit verschiebbaren Armen.

1a. Abstand der Mitte des Oberrandes der proximalen Gelenkfläche des Os metatarsale I von dem gleichen Punkt der proximalen Gelenkfläche der Grundphalanx der großen Zehe. Von VOLKOW am montierten Fußskelett gemessen.

2. Länge des Os metatarsale II bis V: Geradlinige Entfernung der Mitte des Oberrandes der proximalen Gelenkfläche des Os metatarsale II bis V von der höchsten Erhebung des Capitulum. Gleitzirkel.

3. Breite des Corpus des Os metatarsale: Geradlinige Entfernung des medialen von dem lateralen Rand des Knochens in der Mitte des Corpus gemessen. Gleitzirkel.

4. Höhe des Corpus des Os metatarsale: Geradlinige Entfernung der plantaren von der dorsalen Fläche des Knochens in der Mitte des Corpus gemessen. Gleitzirkel.

5. Ablenkungswinkel des Os metatarsale I: Winkel, den die Längsachse des Os metatarsale I mit der Längsachse des Os metatarsale II bildet. Die Achsen werden durch Stahlnadeln markiert und der Winkel mittels Transporteurs abgelesen. Oder Meßbrett.

6. Breite der Basis des Os metatarsale I: Geradlinige Entfernung der beiden am meisten ausladenden Punkte der Basis, d. h. der proximalen Epiphyse, voneinander. Gleitzirkel.

7. Höhe der Basis des Os metatarsale I: Geradlinige Entfernung des höchsten Punktes der dorsalen Fläche der Basis von der Spitze der Tuberositas ossis metatarsalis I. Gleitzirkel.

8. Breite des Capitulum ossis metatarsalis I: Geradlinige Entfernung der beiden am meisten seitlich vorragenden Punkte des Capitulum voneinander. Gleitzirkel.

9. Höhe des Capitulum ossis metatarsalis I: Geradlinige Entfernung des höchsten von dem tiefsten Punkte der Gelenkfläche des Capitulum ossis metatarsalis voneinander. Gleitzirkel.

UHLBACH (1914) bezeichnet als „durchschnittliche Breite“ das arithmetische Mittel aus den Maßen 3, 6 und 8 und als „durchschnittliche Höhe“ dasjenige aus den Maßen 4, 7 und 9.

10. Sagittalkurvenlänge des Capitulum ossis metatarsalis I: Abstand des höchsten von dem tiefsten Punkt der Gelenkfläche des Capitulum ossis metatarsalis I voneinander. Mit dem Bandmaß in sagittaler Richtung gemessen.

11. Torsionswinkel der Ossa metatarsalia: Winkel, den der Längsdurchmesser der Gelenkfläche des Capitulum und derjenige der Basis, auf eine Ebene projiziert, miteinander bilden. Parallelograph. Der Durchmesser der Basis von Os metatarsale V muß durch die Mitte der Gelenkfläche parallel zum tibialen Rande gelegt werden. Die Durchmesser werden, wie bei den langen Knochen, mittels schwarzen Faden und Stahlnadeln markiert, auf Papier abgestochen und die Winkel abgelesen.

## Indices:

## Metatarsaler Beinindex:

$$= \frac{\text{Länge des Os metatarsale I (1)} \times 100}{\text{Länge des Femur} \times \text{Tibia}}$$

**Längen-Index des Os metatarsale:**

$$= \frac{\text{Länge des Os metatarsale I (1)} \times 100}{\text{Ganze Fußlänge (3)}}$$

**Längenbreiten-Index des Os metatarsale:**

$$= \frac{\text{Breite des Corpus des Os metatarsale (3)} \times 100}{\text{Länge des Os metatarsale (2)}}$$

**Breitenhöhen-Index des Os metatarsale:**

$$= \frac{\text{Höhe des Corpus des Os metatarsale (4)} \times 100}{\text{Breite des Corpus des Os metatarsale (3)}}$$

**Basis-Corpus-Index:**

$$= \frac{\text{Breite des Corpus (3)} \times 100}{\text{Breite der Basis (6)}}$$

**Capitulum-Index:**

$$= \frac{\text{Breite des Capitulum des Os metatarsale I (8)} \times 100}{\text{Länge des Os metatarsale I (1)}}$$

**9) Zehen**

1. **Länge der Phalanx:** Geradlinige Entfernung des Mittelpunktes des Oberrandes der Basis von dem Mittelpunkt der Trochlea. Gleitzirkel.

1a. Geradlinige Entfernung des Mittelpunktes der basalen Gelenkfläche von dem Mittelpunkt der Trochlea. Tasterzirkel.

2. **Breite des Corpus phalangis:** Geradlinige Entfernung der lateralen von der medialen Fläche der Phalanx in der Mitte des Corpus gemessen. Gleitzirkel.

Maß Nr. 1 und 2 sind an den Grund-, Mittel- und Endphalangen sämtlicher Zehen zu nehmen.

3. **Höhe des Corpus phalangis:** Abstand der dorsalen von der plantaren Fläche der ersten Phalanx, in der Mitte des Corpus gemessen. Gleitzirkel. Maß Nr. 3 ist nur an den Grundphalangen zu messen.

Außer Maß Nr. 2 und Nr. 3 kann die Breite und Höhe auch an der Basis und an der Trochlea phalangis gemessen und aus den drei Maßen jeweils eine durchschnittliche Breite und Höhe berechnet werden. Vergleiche unter Metatarsus.

4. **Zehenlänge:** Gewonnen durch Addition der Längen der Grund-, Mittel- und Endphalangen einer jeden Zehe.

5. **Strahlänge:** Gewonnen durch Addition der Metatarsuslänge und der Zehenlänge eines Strahles.

**Indices:****Phalanx-Fußlängen-Index:**

$$= \frac{\text{Länge der Grundphalanx (1)} \times 100}{\text{Ganze Fußlänge (3)}}$$

**Längenbreiten-Index der Phalangen:**

$$= \frac{\text{Breite des Corpus phalangis (2)} \times 100}{\text{Länge der Phalanx (1)}}$$

**Breitenhöhen-Index der Phalangen:**

$$= \frac{\text{Höhe des Corpus phalangis I (3)} \times 100}{\text{Breite des Corpus phalangis (2)}}$$

**Zehen-Fußlängen-Index:**

$$= \frac{\text{Zehenlänge (4)} \times 100}{\text{Ganze Fußlänge (3)}}$$



## Strahlängen-Index:

$$= \frac{\text{Zehenlänge (4)} \times 100}{\text{Strahlänge (5)}}$$

## b) Tarsus und Fuß als Ganzes

Außer den Messungen an einzelnen Fußknochen können auch einige Maße am montierten Fuß genommen werden. Eine absolut richtige Montierung ist allerdings nur dann möglich, wenn man von dem mit den Weichteilen versehenen Fuß vor der Mazeration einen Abguß nehmen kann. Immerhin kann man durch sorgfältiges Aufeinanderpassen der Gelenkflächen und Ersatz der Gelenkknorpel durch dünne Wachsplatten eine Montierung erreichen, die ein genügend zuverlässiges Messen gestattet. Zur Orientierung bezüglich der richtigen Lagerung der Fußknochen zueinander und deren natürliche Abstände vergleiche man das nach dem Gefrier-Skelett-Verfahren von H. VIRCHOW hergestellte und bei RAUBER-KOPFSCH (Lehrbuch der Anatomie) abgebildete Präparat.

1. Länge des Tarsus: Geradlinige Entfernung des am meisten nach hinten vorragenden Punktes des Tuber calcanei von der Mitte des Oberrandes der distalen Gelenkfläche des Os cuneiforme II. Gleit- oder Stangenzirkel.

Es ist auch unter Umständen beim Vergleich der Primaten untereinander wichtig, die Länge des Tarsus zum Os cuneiforme I bzw. III zu bestimmen.

2. Breite des Tarsus: Abstand des medialen Randes des Os cuneiforme I an seiner Verbindung mit dem Os naviculare von dem am meisten lateralwärts ausladenden Punkt des Seitenrandes der distalen Gelenkfläche des Os cuboideum. Gleitzirkel.

2 (1). Hintere Breite des Tarsus: Abstand des am meisten medial gerichteten Punktes des Taluskopfes von dem am meisten lateral gelegenen Punkt des Seitenrandes der Facies articularis cuboidea des Calcaneus, projiziert auf die Unterfläche. Gleit- oder Stangenzirkel.

3. Ganze Fußlänge: Abstand des am meisten vorragenden Punktes des Tuber calcanei von der Spitze der Endphalanx der längsten Zehe, in der Achse des Os metatarsale II gemessen. Stangenzirkel oder Meßbrett.

3a. Abstand des am meisten nach hinten vorragenden Punktes des Calcaneus von dem distalen Ende der am meisten vorstehenden Zehe, projiziert auf die Längsachse des Fußes. Stangenzirkel. Die Stange muß an den inneren Fußrand angelegt werden und parallel der Fußachse verlaufen.

4. Vordere Fußbreite: Geradlinige Entfernung des Seitenrandes des Capitulum ossis metatarsalis V vom Seitenrand des Capitulum ossis metatarsalis I. Gleitzirkel.

5. Fußhöhe: Abstand des höchsten Punktes der Längskurve der Talusrolle von der Unterfläche, auf welcher der Fuß aufruht. Meßbrett oder Stangenzirkel.

5a. Abstand der Spitze des Malleolus tibialis von der Unterfläche, auf welcher der Fuß aufruht. Stangenzirkel.

## Indices:

## Tarsallängen-Index:

$$a) = \frac{\text{Länge des Tarsus (1)} \times 100}{\text{Länge des Os metatarsale II (2)}}$$

$$b) = \frac{\text{Länge des Os metatarsale (1)} \times 100}{\text{Länge des Tarsus (1)}}$$

**Tarsalbreiten-Index:**

$$= \frac{\text{Breite des Tarsus (2)} \times 100}{\text{Länge des Os metatarsale II (2)}}$$

**Längen-Index:**

$$= \frac{\text{Strahlänge (5)} \times 100}{\text{Ganze Fußlänge (3)}}$$

**π) Indices der Skelettproportionen**

Für das Studium der Proportionen, soweit sie aus den Längen der Extremitätenknochen berechnet werden können, kommen hauptsächlich die folgenden Indices in Betracht (vgl. auch Somatometrische Technik S. 348).

**Humero-Radial-Index:**

$$= \frac{\text{Größte Länge des Radius (1)} \times 100}{\text{Größte Länge des Humerus (2)}}$$

Einteilung: brachykerisch <sup>1)</sup> (kurzer Vorderarm)	x—74,9
mesokerisch (mittellanger Vorderarm)	75,0—79,9
dolichokerisch (langer Vorderarm)	80,0—x

**Femoro-Tibial-Index (Tibio-Femoral-Index):**

$$= \frac{\text{Länge der Tibia (1 b)} \times 100}{\text{Ganze Länge des Femur in natürlicher Stellung (2)}}$$

**Tibio-Fuß-Index:**

$$= \frac{\text{Ganze Fußlänge (3)} \times 100}{\text{Ganze Länge der Tibia (1)}}$$

**Intermembral-Index: (Extremitäten-Index):**

$$= \frac{\text{Länge von Humerus + Radius} \times 100}{\text{Länge von Femur + Tibia}}$$

**Femora-Humeral-Index:**

$$= \frac{\text{Ganze Länge des Humerus (2)} \times 100}{\text{Länge des Femur in natürlicher Stellung (2)}}$$

**Tibio-Radial-Index:**

$$= \frac{\text{Größte Länge des Radius (1)} \times 100}{\text{Ganze Länge der Tibia (1)}}$$

Man gebe jeweils genau an, wenn man andere Knochenlängen als die hier angegebenen zur Indexberechnung verwendet hat.

**ρ) Berechnung der Körpergröße aus den Extremitätenknochen**

Da es bei den Willkürlichkeiten der Montierung unmöglich ist, die Körpergröße an zusammengesetzten Skeletten festzustellen, ist man darauf angewiesen, die Berechnung auf Grund der Messung einzelner Knochen vorzunehmen. Von den zu diesem Zweck vorgeschlagenen Methoden (THURNAM, FLOWER, HUMPHREY, ORFILA, BEDDOE, LANGER und TOLDT, TOPINARD, ROLLET, DWIGHT, MANOUVRIER, PEARSON, BREITINGER) ist diejenige von MANOUVRIER am leichtesten durchführbar. Die folgenden Maße werden in Rechnung gezogen:

1. Humerus: Größte Länge (1)
2. Radius: Größte Länge (1)
3. Ulna: Größte Länge (1)
4. Femur: Ganze Länge in natürlicher Stellung (2)
5. Tibia: Größte Länge (1)
6. Fibula: Größte Länge (1)

<sup>1)</sup> Vom griechischen *ραδίς* = Radius.

Tabelle zur Berechnung der Körpergröße aus verschiedenen Knochenlängen

Fibula mm	Tibia mm	Femur mm	Körpergröße cm	Humerus mm	Radius mm	Ulna mm
♂						
318	319	392	153,0	295	213	227
323	324	398	155,2	298	216	231
328	330	404	157,1	302	219	235
333	335	410	159,0	306	222	239
338	340	416	160,5	309	225	243
344	346	422	162,5	313	229	246
349	351	428	163,4	316	232	249
353	357	434	164,4	320	236	253
358	362	440	165,4	324	239	257
363	368	446	166,6	328	243	260
368	373	453	167,7	332	246	263
373	378	460	168,6	336	249	266
378	383	467	169,7	340	252	270
383	389	475	171,6	344	255	273
388	394	482	173,0	348	258	276
393	400	490	175,4	352	261	280
398	405	497	176,7	356	264	283
403	410	504	178,5	360	267	287
408	415	512	181,2	364	270	290
413	420	599	183,0	368	273	293

Mittlere Koeffizienten für kleinere Knochenlängen, als oben angegeben:

× 4,32	4,80	3,92	x	5,25	7,11	6,66
--------	------	------	---	------	------	------

Mittlere Koeffizienten für größere Knochenlängen, als oben angegeben:

× 4,87	4,32	3,53	x	4,93	6,70	6,26
--------	------	------	---	------	------	------

♀						
283	284	363	140,0	263	193	203
288	289	368	142,0	266	195	206
293	294	373	144,0	270	197	209
298	299	378	145,5	273	199	212
303	304	383	147,0	276	201	215
307	309	388	148,8	279	203	217
311	314	393	149,7	282	205	219
316	319	398	151,3	285	207	222
320	324	403	152,8	289	209	225
325	329	408	154,3	292	211	228
330	334	415	155,6	297	214	231
336	340	422	156,8	302	218	235
341	346	429	158,2	307	222	239
346	352	436	159,5	313	226	243
351	358	443	161,2	318	230	247
356	364	450	163,0	324	234	251
361	370	457	165,0	329	238	254
366	376	464	167,0	334	242	258
371	382	471	169,2	339	246	261
376	388	478	171,5	344	250	264

Mittlere Koeffizienten für kleinere Knochenlängen, als oben angegeben:

× 4,88	4,85	3,87	x	5,41	7,44	7,00
--------	------	------	---	------	------	------

Mittlere Koeffizienten für größere Knochenlängen, als oben angegeben:

× 4,52	4,42	3,58	x	4,98	7,00	6,49
--------	------	------	---	------	------	------

MANOUVRIER hat nun für jede Länge der verschiedenen Knochen die mittlere Körpergröße berechnet und verschiedene Koeffizienten aufgestellt, die auch auf den Geschlechtsunterschied und auf die Variation der Proportionen bei Kleinen



und Großen Rücksicht nehmen. Individuelle Ausnahmen müssen allerdings immer zugestanden werden, und es kann in solchen Fällen ein Fehler von mehreren Zentimetern eintreten. Dies ist vor allem der Fall, wenn die Körpergröße aus einem einzigen Knochen berechnet werden muß, denn es gibt keine konstante Proportion zwischen Körpergröße und irgendeinem Extremitätenknochen. Es gibt „Sitzriesen“ mit relativ langem Oberkörper bei kurzen Beinen und als Gegenteil etwa eunuchoiden Hochwuchs mit abnorm langen Unterextremitäten. Darum resultieren bei Messungen aus nur einem Röhrenknochen sehr erhebliche Längenfehler. So fällt z. B. bei absolut kleinen Femora die berechnete Körpergröße zu niedrig aus, weil bei kleinwüchsigen Individuen, besonders des weiblichen Geschlechts, die Rumpflänge die Kürze der unteren Extremitäten zu kompensieren pflegt. Die aus größeren Reihen und verschiedenen Knochen berechneten Mittelwerte dürfen aber als genau angesehen werden. Bei der Geschlechtsdiagnose wird man neben der absoluten Länge der Knochen vor allem auf die Ausbildung der Reliefs, auf die Dicke und Massigkeit und auf die Größe der Gelenkköpfe achten. Geschlechtlich unbestimmbare Knochen verteile man nach dem Längen-Index auf die beiden Gruppen.

Um nun die Körpergröße eines Individuums zu bestimmen, muß man zunächst so gut als möglich das Geschlecht feststellen und hierauf die langen Extremitätenknochen in der angegebenen Weise messen.

Handelt es sich um mazerierte Knochen ohne Gelenknorpel, so addiere man zu den gefundenen Längen jeweils die durchschnittliche Knorpeldicke der proximalen und distalen Gelenkfläche hinzu. Hierauf sucht man in den obenstehenden Tabellen zu jeder Knochenlänge die entsprechende Körperlänge und berechnet als definitive Zahl das Mittel der aus sämtlichen verfügbaren Knochen errechneten Körperlängen. Dadurch werden die Proportionsdifferenzen der oberen oder unteren Extremität möglichst ausgeglichen. In ähnlicher Weise wird die mittlere Körpergröße für größere Gruppen für beide Geschlechter gesondert berechnet indem man das für jeden Knochen gefundene Körpergrößenmittel mit der Anzahl der betreffenden Knochen, aus dem es berechnet wurde, multipliziert, sämtliche Produkte addiert und durch die Zahl aller gemessenen Knochen dividiert.

**Beispiel:** Es seien aus 28 Femora, 22 Tibia, 7 Fibulae, 27 Humeri, 4 Radii und 4 Ulnae die mittleren Körpergrößen ausgerechnet worden, so ergibt die Schlußrechnung:

$$\frac{(144,1 \times 28 F) + (150,3 \times 22 T) + (148,3 \times 7 F) + 145,9 \times 27 H) + (154,0 \times 4 R) + (154,0 \times 4 U)}{92} = 147,3$$

Die zuletzt gefundene Zahl stellt aber die Leichengrößen dar; um die Körpergröße des Lebenden zu erhalten, muß man 2 cm abziehen. Die Zahl beträgt in unserem Beispiel also 145,3.

Für Knochenlängen, die auf der Tabelle nicht angegeben sind, erhält man die entsprechende Körpergröße, indem man diese Längen mit den unten angegebenen Koeffizienten multipliziert. Dieselben finden aber keine Anwendung bei individuellen Zwerg- oder Riesenwuchs. Hat man reichlich Knochenmaterial, so kann man Ulnae und Fibulae beiseite lassen; dagegen ist es vorteilhaft, die Knochen beider Körperhälften zu messen und ihr Mittel zur Berechnung zu verwenden.

In Kritik der MANOUVRIERSchen Tabellen, die besonders bei sehr kleinen und sehr großen Skeletten zu bedeutenden Fehlschätzungen führen, hat BREITINGER für mittel- und nordeuropäische Skelette neue Tabellen berechnet (von Messungen am Lebenden ausgehend), die aber nur für das männliche Geschlecht veröffentlicht wurden:

Humerus		Radius	Körperhöhe	Femur	Tibia
Größte Länge	Caput-Capit.-Länge	Größte Länge	♂	Größte Länge	Mediale Länge
mm	mm	mm	cm	mm	mm
268	261	192	154	363	294
272	264	195	155	369	299
276	268	198	156	375	304
279	272	202	157	381	309
283	275	205	158	387	314
287	279	209	159	393	319
291	283	212	160	399	324
294	287	215	161	405	329
298	290	219	162	412	334
302	294	222	163	418	339
305	298	225	164	424	344
309	301	229	165	430	349
313	305	232	166	436	354
316	309	236	167	442	359
320	312	239	168	448	364
324	316	242	169	454	369
328	320	246	170	460	374
331	323	249	171	466	379
335	327	252	172	472	384
338	331	256	173	478	389
342	334	259	174	485	394
346	338	262	175	491	399
349	342	266	176	497	404
353	345	269	177	503	409
357	349	273	178	509	415
361	353	276	179	515	420
364	356	279	180	521	425
368	360	283	181	527	430
372	364	286	182	533	435
375	368	289	183	539	440
379	371	293	184	545	445
383	375	296	185	551	450
387	379	300	186	557	455

Vergleicht man die aus den einzelnen Knochen berechneten Mittelwerte der Körpergröße mit dem Gesamtmittel der MANOUVRIERSchen Tabellen, so bekommt man auch einen Einblick in die Proportionsdifferenz der studierten Gruppe gegenüber dem mittleren französischen Typus, nach welchem die Tabellen aufgestellt worden sind. Unter Umständen kann es auch wichtig sein, den Längendicken-Index der einzelnen Knochen zu berechnen und mit der Körpergröße zu vergleichen, weil daraus die durch ausgesprochene Makro- bzw. Mikroskelie bedingten Proportionsunterschiede erkannt werden können. Die obigen Tabellen geben übrigens auch einen Einblick in die Korrelation der einzelnen Knochenlängen untereinander.

Eine noch genauere, aber etwas umständlichere Methode hat PEARSON (1898) angegeben. Seine Formeln für die Rekonstruktion der Körpergröße des Lebenden aus getrockneten Knochen sind die folgenden:

- $$\begin{aligned} & \text{♂} \\ \text{a) Körpergröße} &= 81,306 + 1,880 \text{ Femur} \\ \text{b) Körpergröße} &= 70,641 + 2,894 \text{ Humerus} \\ \text{c) Körpergröße} &= 78,664 + 2,376 \text{ Tibia} \\ \text{d) Körpergröße} &= 85,925 + 3,271 \text{ Radius} \\ \text{e) Körpergröße} &= 71,272 + 1,159 (\text{Femur} + \text{Tibia}) \\ \text{f) Körpergröße} &= 71,443 + 1,220 (\text{Femur} + 1,080 \text{ Tibia}) \end{aligned}$$

- g) Körpergröße = 66,855 + 1,730 (Humerus + Radius)  
h) Körpergröße = 69,788 + 2,769 Humerus + 0,195 Radius  
i) Körpergröße = 68,397 + 1,030 Femur + 1,557 Humerus  
k) Körpergröße = 67,049 + 0,913 Femur + 0,600 Tibia + 1,225 Humerus  
- 0,187 Radius

Q

- a) Körpergröße = 72,844 + 1,945 Femur  
b) Körpergröße = 71,475 + 2,754 Humerus  
c) Körpergröße = 74,774 + 2,352 Tibia  
d) Körpergröße = 81,224 + 3,343 Radius  
e) Körpergröße = 69,154 + 1,126 (Femur + Tibia)  
f) Körpergröße = 69,561 + 1,117 (Femur + 1,125 Tibia)  
g) Körpergröße = 69,911 + 1,628 (Humerus + Radius)  
h) Körpergröße = 70,542 + 2,582 (Humerus + 0,281 Radius)  
i) Körpergröße = 67,435 + 1,339 Femur + 1,027 Humerus  
k) Körpergröße = 67,469 + 0,782 Femur + 1,120 Tibia + 1,059 Humerus  
- 0,711 Radius

Zu beachten ist, daß als Femurlänge von PEARSON die Größte Länge (1) genommen wird. Hat man nur die Länge in natürlicher Stellung (2) gemessen, so sind zu diesem Maß 3,2 mm für männliche und 3,3 mm für weibliche Femora zuzuzählen, bevor man die obigen Formeln verwenden kann.

Von allen angegebenen Formeln PEARSONS geben die unter e), f) und i) aufgeführten die besten Resultate. Diejenige Größe, die aus zwei oder mehr Formeln sich gleichmäßig ergibt, darf als die wahrscheinlichste angesehen werden. Am besten nimmt man das Mittel aus den Resultaten sämtlicher Formeln. Bei Pygmäenwuchs geben die Formeln zu hohe, bei Riesenwuchs zu niedrige Werte.

Zur Berechnung der Körpergröße aus der Länge der präsakralen Wirbelsäule (= geradlinige Entfernung der Oberfläche des Atlas vom Promontorium) hat DWIGHT die folgenden Koeffizienten angegeben:

$\mathcal{C}$		$\mathcal{C}$	
Länge der Wirbelsäule	Koeffizient	Länge der Wirbelsäule	Koeffizient
x—569 mm	2,93	x—539 mm	2,94
570—599 mm	2,84	540—569 mm	2,82
600—629 mm	2,78	570—599 mm	2,79
630—659 mm	2,79	600—x mm	2,76
660—x mm	2,65		

## Literatur

- ANDERSON, J., 1883: Observations on the diameters of human vertebrae in different regions. *J. Anat.* **17**, 344.
- 1884: The transverse measurement of human ribs. *J. Anat.* **18**, 171.
- ATHAYDE, A., 1937: Proposition pour l'unification des valeurs des caractères anthropométriques. *S. A. S.* **4**, 84.
- BARTH, G., 1940: Die Volumina der langen Extremitätenknochen. *Anthrop. Anz.* **16**, 245.
- BERNBECK, R., 1952: Vergleichend-anatomische Untersuchungen zum Problem des aufrechten Ganges und des spezifischen Geburtsmechanismus beim Menschen. *Naturw. Diss.* 1952.
- BOAS, F., 1940: Age changes and secular changes in anthropometric measurements. *Amer. J. Physic. Anthropol.* **26**, 63.
- BOLDRINI, M., 1924: Misura interne ed esterne di alcune ossa lunghe nell'uomo e nella donna. *Atti. Accad. Lincei.* **33**, 329.
- BREITINGER, E., 1937: Zur Berechnung der Körperhöhe aus den langen Gliedmaßenknochen. *Anthrop. Anz.* **14**, 249.
- BROCA, P., 1881: La torsion de l'humérus et le tropomètre, instrument destiné à mesurer la torsion des os. *Rev. Anthropol.* **4**, 193 ff.
- CASSINIS, U., 1933: La misura dei diametri toracici in confronto del perimetro nel giudizio di idoneità fisica. *Atti. Soc. ital. Progr. Sci. Rinn.* **21**, 92.
- CLARELIN, P., 1947: Considérations sur l'ostéométrie anthropo-médico-légale. *Ann. méd. lég.* **27**, 157.
- COMAS, J., 1949: De la nécessité d'unifier certaines techniques ostéométriques du fémur. *Bull. Soc. Anthropol. Paris* **10**, 122.



- CORRENTI, V., 1952: Osservazioni morfofisiologiche sull'osso dell'anca e sul bacino secondo un nuovo pionieri orientamento. *Rendici. Accad. Naz. Lincei* **12**.
- CURETON, T. K., 1931: The validity of antero-posterior spinal measurement. *Res. Quart. Amer.* **2**, 101.
- CYRIAX, E., 1920: On certain absolute and relative measurement of human vertebrae. *J. Anat.* **54**, 305.
- DANIELS, G. S., and HERTZBERG, H. T. E., 1952: Applied anthropometry of the hand. *Amer. J. Physic. Anthropol.* **10**, 209.
- DIKONOW, P. P., 1925: Zur Methodik der dynamisch-anthropometrischen Darstellung der allgemeinen Topographie des Beckens. *Zschr. Konstit.lehre* **12**, 66.
- DONADIO, N., 1940: Sui diametri traversi del torace e rapporti relativi. *Soc. anon. coop. A-Z, Azienda educatip., Napoli*.
- DUPERTIUS, C. W., and HADDEN, J. A. jr., On the reconstruction of stature from long bones. *Amer. J. Physic. Anthropol.* **9**, 15.
- ERB, K. H., 1935: Vorschläge zur Meßmethodik an den Extremitäten. *Arch. klin. Chir.* **184**, 9.
- FICK, R., 1926: Maßverhältnisse an den oberen Gliedmaßen des Menschen und den Gliedmaßen der Menschenaffen. *Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss.* **30**, 417.
- FILIPPELLI, L., 1940: Considerazioni sull'indice dello stretto superiore del bacino. *Arch. Antrop. Etnol.* **70**, 87.
- FREY, H., 1923: Untersuchungen über die Scapula, speziell über ihre äußere Form und deren Abhängigkeit von der Funktion. *Zschr. Anat. Entw.gesch.* **68**, 277.
- FÜRST, Th., 1936: Die Anthropographie. Beschreibung eines neuen Verfahrens zur Vornahme anthropometrischer Untersuchungen. *Zschr. menschl. Vererb.-Konstit.lehre* **20**, 229.
- GIESELER, W., 1926: Meßtechnik der langen Gliedmaßenknochen der Anthropoiden. *Abderhalden's Hdbch. biol. Arbeitsmethoden* **7**, 635.
- GIUFFRIDA-RUGGERI, V., 1904: L'indice tibio-femorale e l'indice radio-omerale. *Arch. anat. embr.* **3**, 546.
- GRAVES, W. W., 1938: A method of classifying anthropometric measurements and indices. *Amer. J. Physic. Anthropol.* **23**, 494.
- HANSON, S., 1938: Internal pelvimetry as a basis for the morphologic classification of pelves. *Amer. J. Obstetr. Gynec.* **35**, 228.
- HASEBE, K., 1938: On the measurement of the lower extremity length. *J. Anthropol. Soc. Tokyo* **53**, 607.
- HEPBURN, D., 1899: A new osteometric board. *J. Anat. Physiol.* **34**, 111.
- JARRICOT, J., 1906: Description d'un support nouveau pour les études anthropologiques du crâne et du bassin. *Bull. Soc. Anthropol. Lyon* **25**, 26.
- 1906: Le degré d'humidité des os joue-t-il un rôle en ostéométrie? *Bull. Soc. Anthropol. Lyon* **25**, 64.
- KNEBEL, R., 1937: Systematisches instrumentelles Beckenmessen. *Mscr. Geburtsh.* **105**, 65.
- KRÖNIG, B., 1904: Die Berechnung der Größe der Conjugata vera aus der Conjugata diagonalis. *Zbl. Gynäk.* **45**, 19.
- LANZ, T. v., and WACHSMUTH, W., 1928: *Praktische Anatomie*. Springer, Berlin.
- LÖRKE, D., MÜNZNER, H., and WALTER, E., 1953: Zur Rekonstruktion der Körpergröße eines Menschen aus den langen Gliedmaßenknochen. *Dtsch. Zschr. gerichtl. Med.* **42**, 189.
- MALL, F. P., 1905: On the angle of the elbow. *Amer. J. Anat.* **4**, 391.
- MARTIN, R., 1929: *Anthropometrie*. Springer, Berlin.
- MARTIN, St., 1940: Ein Finger-Umfang-Maß. *Proc. Nederl. Akad. Wetensch.* **43**, 1342.
- MARTIUS, H., 1927: Beckenmessung mit Röntgenstrahlen. *Zschr. Geburtsh.* **91**, 504.
- MATIEGKA, J., 1940: Skeletal trunk indices. *Amer. J. Physic. Anthropol.* **26**, 309.
- MICHEL, R., 1904: Eine neue Methode zur Untersuchung langer Knochen und ihre Anwendung auf das Femur. *Arch. Anthropol.* **29**, 109.
- MORITZ, F., 1924: Über Normalisierung von Thoraxmaßen zu klinischen Zwecken. *Wiss. Sitz. med. Ges. Köln*.
- MÜLLER, G., 1935: Zur Bestimmung der Länge beschädigter Extremitätenknochen. *Anthropol. Anz.* **12**, 70.
- OETTINGER, B., 1950: Sacropelvimetry. *Rev. mex. estud. antrop.* **11**, 27.
- RIED, H. A., 1924: Die Schaftkrümmung des menschlichen Femurs. *Arch. Anthropol.* **21**, 1.
- 1925: Über Beziehungen der tibialen Gelenkflächen des Femurs zur Schaftkrümmung. *Anthropol. Anz.* **2**, 113.
- ROLLET, E., 1889: De la mensuration des os longs des membres dans leur rapports avec l'anthropologie, la clinique et la médecine judiciaire. *Arch. Anthropol. crim.* **4**, 137.

- SAUTER, M. R., et PRIVAT, F., 1951/52: Une nouvelle methode de determination sexuelle de l'os coxal, l'indice cotylo-sciatique. *Bull. Schweiz. Ges. Anthropol. Ethnol.* **28**, 12.
- SCHAAFFHAUSEN, A., 1885: Verfahren für die Beckenmessung. *Corr. Bl. Anthropol. Ges.* **16**, 126.
- SERGI, S., 1919: Sulla distanza tra la spina ilica anteriore superiore ed il grande trocantere. *Riv. Anthropol.* **23**, 127.
- 1950: Diafrago ad uso della craniosteografia. *Rendic. Accad. Naz. Lincei.* **9**, 151.
- ŠKERLY, B., 1935: Ein neuer Beckenindex. *Zschr. Rassenk.* **2**, 92.
- SPRECHER, H., 1932: Morphologische Untersuchungen an der Fibula des Menschen unter Berücksichtigung anderer Primaten. *Phil. Diss.*, O. Füssli, Zürich.
- TELLKÄ, A., 1950: On the prediction of human stature from the long bones. *Acta. anat.* **9**, 103.
- VALLOIS, H. V., 1932: La standardisation des méthodes en anthropologie physique. *Anthropol.* **42**, 634.
- VERNEAU, R., 1875: Le bassin dans les sexes et dans les races. Thèse, Paris.
- VERVAECK, L., 1931: Contribution à l'étude anthropométrique du périmètre thoraci. *Rev. Anthropol.* **41**, 220.
- VIRCHOW, H.: 1894: Die Aufstellung des Handskeletts. *Verh. Berl. Ges. Anthropol.* **32**.
- 1909: Die Eigenform der menschlichen Wirbelsäule. *Verh. Anat. Ges. in Anat. Anz.* **34**, 157.
- 1914: Über den Lumbarindex. *Zschr. Ethnol.* **46**, 146.
- 1923: Wirbelsäule und Thorax bei Menschen und Schimpansen. *Zschr. Ethnol.* **55**, 79.
- WETZEL, G., 1911: Apparate und Erläuterungen zur perigraphischen Technik. *Zschr. Morph. Anthropol.* **13**, 541.
- ZINNAM, K., 1931: Eine neue Methode zur Darstellung von Hohlräumen in Knochen. *Anat. Anz.* **71**, 401.

### c) Physiologische Methoden

Für die physiologischen Methoden ist es schwer, den anthropologischen Bereich exakt abzugrenzen. Während in der Morphologie die Anthropologie ganz bestimmte Methoden herausgearbeitet hat, die nur ihre besondere Domäne sind und für die sie auch schon wesentliche Ergebnisse aufzuweisen hat, befindet sich auf dem Gebiet einer physiologischen Anthropologie das meiste noch in den Anfängen und alles im Fluß. Vor allem in Richtung einer exakten Konstitutionslehre erfolgt eine immer weitergehende Ausweitung. Die Anthropologie muß sich, indem sie sich in dieses Gebiet erst einarbeitet, der Methoden bedienen, die bisher die Domäne anderer Fächer, der Physiologie, der Inneren Medizin, der Hygiene u. a. darstellen und sie weiß in ihren vergleichenden Untersuchungen vielfach auch noch nicht, worauf sie hinauslaufen, was Ergebnisse zeitigen und damit bleiben und was sich für die anthropologischen Vergleiche als unbrauchbar erweisen wird. Sicher wird eines Tages dieser Abschnitt anthropologischer Technik einen ähnlichen Umfang einnehmen wie die morphologische Meßtechnik. Einstweilen sind hier jedoch nur einige wenige Methoden zusammenzustellen, die einfach zu handhaben sind und bereits eine ausgedehnte Anwendung gefunden und weiterreichende Ergebnisse gezeitigt haben. Weitere Spezialmethoden werden noch in den betreffenden Abschnitten besprochen.

#### a) Eiweißuntersuchungen

##### 1. Biologische Eiweißdifferenzierung

Zur biologischen Eiweißdifferenzierung dient die UHLENHUTSche Präcipitierungs-Reaktion (1900). Wenn man einem Tier das Eiweiß einer anderen Tierart injiziert, so entstehen im Serum Abwehrstoffe gegen dieses Eiweiß, die als Präcipitine bezeichnet werden. Bringt man zum Serum vorbehandelter Tiere eine Eiweißlösung derjenigen Tierart, mit welcher die Tiere vorbehandelt worden waren, so entsteht an der Berührungsstelle ein Niederschlag, der als weißer Ring in Erscheinung tritt.

Für die Gewinnung der präzipitierenden Anti-Sera eignen sich Kaninchen am besten. Drei- bis viermal werden 1—3 ccm des fremdartigen Eiweißes in 3- bis 5tägigem Abstand in die Ohrvene injiziert. Erweist sich bei einer Probenentnahme (8 Tage nach der letzten Injektion) das Serum als geeignet, so kann es nach 24stündigem Hungern des Kaninchens durch sterile Herzpunktion entnommen werden. Das Serum ist brauchbar, wenn es klar und steril ist, wenn es außerdem hochwertig und artspezifisch ist.

Die biologische Reaktion wird nach UHLENHUT und BEUMER (1903) folgendermaßen ausgeführt: 7 sogenannte UHLENHUT-Röhrchen mit umgebogenem Rand werden in ein Reagenzglas gehängt und bezeichnet. In Röhrchen I und II gibt man mit einer Pipette 1 ccm der zu untersuchenden Flüssigkeit (Lösung 1 : 1000). In Röhrchen III wird 1 ccm der dem zugegebenen Anti-Serum entsprechenden Eiweißlösung gebracht, also z. B. bei der Untersuchung auf Menschenblut 1 ccm einer menschlichen Eiweißlösung 1 : 1000. In Röhrchen IV und V wird 1 ccm eines Kontrollblutes einer heterologen Tierart (z. B. Schwein) gegeben. Röhrchen VI wird mit 1 ccm Lösungsflüssigkeit, also physiologischer Kochsalzlösung, beschickt. Wenn das Untersuchungsgut der Röhrchen I und II an Holz haftet, wird in Röhrchen VII eine blutfreie Substratprobe gebracht, also eine Probe des Holzes.

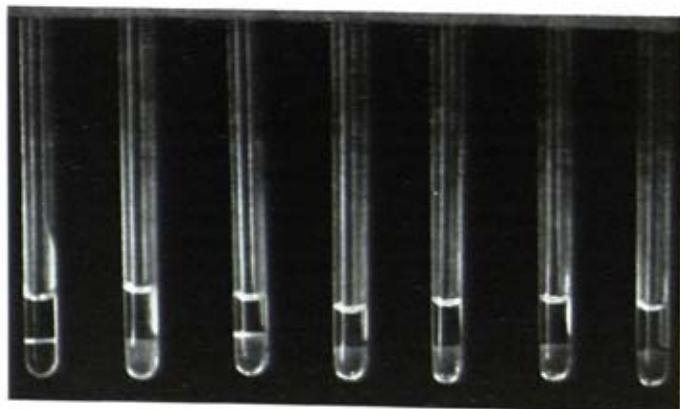


Abb. 271. Positive Präzipitation. Deutliche Ringbildung in den Röhrchen I und III. In allen anderen Gläsern darf an den Grenzflächen von Untersuchungsflüssigkeiten und Antiscrum, bzw. normalem Kaninchenserum, keine Trübung oder Ringbildung auftreten. Eine Verwertung des Ergebnisses darf nur erfolgen, wenn die Reaktion in der dargestellten Weise abläuft.

Nun wird in jedes Röhrchen, mit Ausnahme des Röhrchens II, 0,1 ccm geprüfetes Anti-Serum (1 : 20 000) gegeben, in Röhrchen II gibt man 0,1 ccm klares, normales Kaninchenserum. Das zugesetzte Serum soll an der Wand des Reagenzgläschens herablaufen, es sinkt dann in der Regel zu Boden. Nach dem Serumzusatz dürfen die Röhrchen nicht mehr geschüttelt werden. Die Reaktion, die bei Zimmertemperatur abläuft und bei durchfallendem Licht vor einem dunklen Hintergrund abgelesen wird, gilt als positiv, wenn spätestens nach 2 Minuten am Boden der Röhrchen I und III eine Trübung sichtbar ist, oder, bei sehr sorgfältiger Schichtung, an der Berührungsstelle zwischen Serum und Untersuchungsflüssigkeit ein trüber Ring auftritt (Abb. 271). Innerhalb der ersten 5 Minuten muß sich die hauchartige Trübung in eine mehr wolkige umwandeln, die sich nach weiteren 10 Minuten als Bodensatz abgelagert. Während der ganzen Reaktionszeit von 20 Minuten darf in den Kontrollröhrchen keine Trübung eintreten. Später



als 20 Minuten etwa eintretende Trübungen sind nicht als positive Reaktionen aufzufassen.

Insgesamt sind bei der Reaktion folgende Kontrollen vorhanden:

Das Röhrchen II mit Kaninchenserum muß klar bleiben und beweist, daß die in Röhrchen I aufgetretene Trübung nicht auf das Kaninchenserum an sich zurückzuführen ist.

Röhrchen III, IV, V, VI beweisen die Brauchbarkeit des Anti-Serums. Im Röhrchen III muß dieselbe Reaktion wie in Röhrchen I vorliegen, Röhrchen IV und V beweisen die Spezifität des Anti-Serums. Im Röhrchen VI wird gezeigt, daß das Anti-Serum klar ist und durch reine physiologische Kochsalzlösung keine Trübung eintritt. Der Stoff, an dem das Untersuchungsgut war, bedingt an sich keine Trübung, wenn Röhrchen VII klar ist.

Eine weitere Methode wurde von HAUSER (1903) angegeben. Gut gereinigte Kapillaren werden teilweise mit der Lösungsflüssigkeit gefüllt. Durch Kapillarattraktion saugt man dann vom Anti-Serum so wenig an, daß ohne Zwischentreten einer Luftblase eine Berührung mit der zu untersuchenden Flüssigkeit zustande kommt. Nach Verschuß des Röhrchens wird bei senkrechter Stellung der Kapillare, wobei das Serum am Grunde des Röhrchens steht, bei positiver Reaktion an der Berührungsstelle ein weißer Ring auftreten. Diese Methode hat den Vorteil, daß sie mit kleinsten Mengen auskommt, ist aber technisch nicht ganz einfach.

Die von HAUSER angegebenen Methoden wurden von CARMWATH modifiziert. Schließlich ist noch eine Objektträgermethode beschrieben (HUBER). Hierbei werden beide Flüssigkeiten getrennt auf einem Objektträger aufgegeben, durch Aufbringen eines Deckglases treten beide Schichten miteinander in Berührung. Die Ablesung erfolgt im mikroskopischen Dunkelfeld.

Erwähnenswert ist in diesem Zusammenhang das Vorkommen sog. Verwandtschaftsreaktionen, z. B. zwischen Schwein und Wildschwein, Pferd und Esel, Ziege und Hammel, Gans und Ente, Reh und Hirsch sowie zwischen Mensch und anthropoiden Affen (UHLENHUT, WASSERMANN, STERN, NUTTAL). Nach FUJWARA ist die Unterscheidung zwischen Menschenblut und Blut anthropoider Affen möglich, wenn das Anti-Mensch-Serum mit  $\frac{1}{10}$  Volumen Affenserum absorbiert wird. Das in 24 Stunden ausfallende Präzipitat wird entfernt, das übrigbleibende allerdings abgeschwächte Serum soll nur noch gegen Menschenblut wirksam sein.

Feinere verwandtschaftliche Beziehungen lassen sich nach der Methode von MOLLISON nachweisen. Hierbei werden die zu prüfenden Sera mit dem Anti-Serum in die abgebildeten Trichterchen (Abb. 272) gegeben, wobei das untere Ende durch eine Wachs-Harz-Mischung verschlossen ist. Nach dem Ablauf der Reaktion werden die Röhrchen zentrifugiert, so daß sich der Niederschlag in der Kapillare als Säule ansammelt. Aus der Höhe des Niederschlages kann die Menge berechnet werden. Durch Vergleich des von der homologen Reaktion

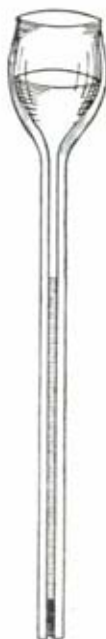


Abb. 272. Trichter zur biologischen Eiweißdifferenzierung nach MOLLISON.

(z. B. Schimpansen-Serum mit Schimpansen-Anti-Serum) und von der heterologen Reaktion (z. B. Schimpansen-Serum mit Menschen-Anti-Serum) gelieferten Niederschlages erhält man den Grad der Verwandtschaft. Die heterologe Reaktion wird dabei in Prozenten der homologen Reaktion angegeben.

Um verlässliche Resultate zu erhalten, müssen Titrationsreihen durchgeführt werden (Abb. 273). Die Prüfung verschiedener Anti-Sera auf ein bestimmtes Serum bedarf dabei der Titration auf maximale Reaktion, um die ungleiche Stärke der Anti-Sera auszugleichen. Eine gleichbleibende Serum-Menge zeigt bei steigendem Zusatz von Anti-Serum bis zu einem Maximum eine zunehmende

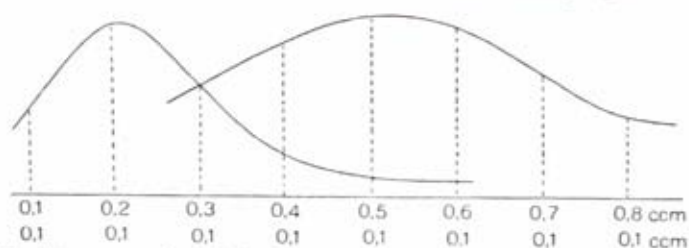


Abb. 273. Reaktion einer gleichbleibenden Menge von Antiserum mit steigenden Mengen eines antigenreichen und eines antigenarmen Serums.

Niederschlagsbildung. Bei Erreichung der maximalen Reaktion tritt keine weitere Niederschlagsbildung mehr auf. Die Schwierigkeit liegt praktisch darin, mehrere Primaten-Anti-Sera zu bekommen. Will man umgekehrt ein bestimmtes Anti-Serum auf mehrere Sera einwirken lassen, so müssen die Titrationsen auf optimale Reaktion angewandt werden. Hier muß die Versuchsreihe mit steigenden Serum-mengen durchgeführt werden, damit der verschiedene Antigen-Gehalt der Sera ausgeschaltet wird. Allgemein nimmt bei gleichbleibender Menge eines Anti-Serums mit steigender Serummenge der Niederschlag anfänglich bis zur optimalen Reaktion zu, nimmt aber bei weiterer Serumzugabe wieder ab.

## 2. Trennung der Eiweißfraktionen

1938 beschrieb TISELIUS die elektrophoretische Fraktionierungsmethode zur Analyse der Serum- und Plasmaproteine. Nach dem Versuch, eine einfachere interferometrische Mikroelektrophorese einzuführen (LABHART und STAUB), gelang in der *Papier-elektrophorese* die Schaffung einer Routinemethode. In letzter Zeit steht die Methode von GRASSMANN und HANNIG im Vordergrund, deren Prinzip folgendes ist: Bei Zimmertemperatur läßt sich unter Verwendung eines Veronal-Natrium-Salzsäure-Puffers nach MICHAELIS (pH 8,6) mit einem Stromdurchgang von 110 V über 12 bis 15 Stunden das Eiweiß in die Fraktion Albumin,  $\alpha_1$ -,  $\alpha_2$ -,  $\beta$ - und  $\gamma$ -Globulin trennen. Die Darstellung der einzelnen Fraktionen erfolgt nach Anfärben des Papiers mit Amino-Schwarz 10 B in Form von Querstreifen. Diese werden photometrisch ausgewertet, nachdem das Papier mit Brom-naphtalin transparent gemacht worden ist. Durch planimetrische Ausmessung der Kurven kann der Prozentgehalt der Eiweißfraktionen zueinander berechnet werden. Mit dieser Apparatur, zu beziehen bei BENDER & HOBEIN, München, können kleinste Serum-mengen von 0,01 ccm untersucht werden.

## 3. Blutgruppenbestimmung

### a) Blutgruppenbestimmung beim Menschen

Die wichtigsten Methoden (für spezielle Fragen muß auf die einschlägige Fachliteratur verwiesen werden) sind die folgenden:

#### a) Bestimmung der klassischen Blutgruppen (ABO-System)

Für die Bestimmung der sog. „klassischen“ menschlichen Blutgruppen stehen grundsätzlich 2 Methoden zur Verfügung:

##### 1. Die Agglutination

a) Objektträgermethode

b) Röhrchenmethode

c) Kapillarmethode (PONSOLD)

d) Deckglasprobe (LATTES)

e) Senkungsmethode (SANDER)

##### 2. Die Absorption

Die Agglutination ist eine Verklumpung von roten Blutkörperchen

durch agglutinierende Stoffe eines bestimmten Blutserums. Die im Serum enthaltenen Agglutinine werden mit  $\alpha$  oder Anti-A bezeichnet, wenn sie die an die Blutkörperchen gebundene Eigenschaft A zusammenballen. Tritt eine Agglutination mit der Blutkörpercheneigenschaft B ein, so bezeichnet man das Agglutinin mit  $\beta$  oder Anti-B. Da in einem Blut jeweils nur die miteinander verträglichen Agglutinine vorhanden sind und die unverträglichen fehlen (LANDSTEINERSche Regel) ergeben sich für die Bluteigenschaften folgende Bezeichnungen: A $\beta$ , B $\alpha$ , 0 $\alpha\beta$ , AB $_0$  (Abb. 274).

Technisch wird die Bestimmung der Blutgruppen so vorgenommen, daß man aus der zu untersuchenden Blutprobe das Serum von den Blutkörperchen trennt und die Blutkörperchen- und die Serumeigenschaften feststellt.

Bei der Objektträgermethode wird je ein Tropfen Testserum der Blutgruppe A, B und 0, möglichst auch ein Tropfen Testserum der Blutgruppe AB auf einen Objektträger auf weißer Unterlage oder auf eine Glasplatte aufgetropft und ein Tropfen der in physiologischer Kochsalzlösung aufgeschwemmten Blutkörperchen zugegeben. Auch Objektträger aus Plexiglas haben sich bewährt (LAUER und HOPPE), ebenso Milchglasplatten, die glatt sein oder Eindellungen aufweisen können. Nach Durchmischen der Blutkörperchen mit den Seren werden zur Beschleunigung der Reaktion etwa nach 5 Minuten Schunkelbewegungen durchgeführt. Nach 10–15 Minuten wird abgelesen, ob eine Agglutination eingetreten ist. Die Untersuchung der Serumeigenschaften wird mit Testblutkörperchen vorgenommen, die von Personen mit bekannter Blutgruppe stammen. Die möglichen Reaktionen sind in Abb. 274 dargestellt.

















Serum der Gruppen	Blkp. der Gruppen			
	A	B	AB	0
A $\beta$				
B $\alpha$				
AB				
0 $\alpha\beta$				

Abb. 274. Blutkörperchen- und Serumeigenschaften bei den klassischen Blutgruppen (nach DAMM).

Vor der eigentlichen Bestimmung sind Kontrollen des Serums und der Testblutkörperchen vorzunehmen, da auch bei den staatlich geprüften und käuflich erwerblichen Testseren keine Garantie dafür besteht, daß der Titer während der ganzen Laufzeit konstant bleibt.

Die Röhrenchenmethode beruht auf demselben Prinzip, nur wird hierbei das Serum nicht auf den Objektträger, sondern in ein kleines Röhrchen getropft. Dann wird in jedes der insgesamt 4 Röhrchen (mit je 0,1 ccm Serum der Blutgruppe A, B, 0 und AB) dieselbe Menge der zu untersuchenden 1%igen Blutkörperchenaufschwemmung gegeben. Vor der Ablesung bleiben die Röhrchen entweder 5 Minuten in Zimmerwärme stehen oder sie werden 1 bis 1½ Stunden bei 37° im Brutschrank aufbewahrt. Die Ablesung erfolgt durch Beklopfen des Glases, wobei die Agglutinate als Klümpchen sichtbar werden.

Bei der Kapillarmethode (PONSOLD) werden zur Bestimmung der Blutkörpercheneigenschaften und der Serumeigenschaften dünnwandige Ka-



pillaren mit einem Durchmesser von  $\frac{3}{4}$  mm verwendet. In je eine mit 1 Tropfen Testserum der Blutgruppen A, B und 0 gefüllte Kapillare gibt man dieselbe Menge der zu untersuchenden 1%igen Blutkörperchenaufschwemmung, und zwar so, daß das untere Ende der mit der Blutkörperchenaufschwemmung gefüllten Kapillare an das untere Ende der mit Serum gefüllten Kapillare gebracht und etwas hochgehoben wird (Abb. 275). Dann fließt die Aufschwemmung in die mit Serum gefüllte Kapillare. Nachdem die Kapillaren auf eine Glasplatte aufgeklebt worden sind, wird nach Mischung in einer halben Stunde an der Berührungsstelle von Serum und Blutkörperchenaufschwemmung abgelesen, ob sich eine Agglutination ausgebildet hat oder ob die Mischung homogen geblieben ist.

Die Kapillarmethode ist besonders für die Bestimmung der Serumeigenschaften bei Säuglingen geeignet, wobei zu den serumgefüllten Kapillaren frische Testblutkörperchen zugegeben werden, und zwar nur wenige, damit die spärlich entstehenden Agglutinate nicht dem Nachweis entgehen. Die Kapillaren werden zentrifugiert. Die Agglutinate sinken in den mit dem Sediment nach oben aufgestellten Kapillaren nach unten.

Dieselbe Methode der Blutgruppenbestimmung als *Senkungsreaktion* haben F. und M. SANDER angegeben, sie verwenden eine 10%ige Blutkörperchenaufschwemmung.

Die *Deckglasmethode* eignet sich besonders zum Nachweis schwacher Serumeigenschaften. Das zu untersuchende Serum wird auf dem Objektträger wie bei der Anfertigung eines Blutausschnittes von der Mitte nach der Seite zu gestrichen und mit einem Deckglas bedeckt. Nun gibt man eine Blutkörperchensuspension zu und beobachtet unter dem Mikroskop, ob sich in der Grenzzone eine Agglutination ausbildet.



Abb. 275. Kapillarmethode zur Blutgruppenbestimmung (nach DAHR).

Die Bestimmung der A-Blutkörperchen auf ihre Zugehörigkeit zur Untergruppe  $A_1$  oder  $A_2$  wird mit absorbierten Anti-A-Seren durchgeführt. Das Anti-A-Agglutinin soll in B- (und 0-) Bluten in 2 Anteilen vorhanden sein. Der eine Anteil, der  $A_1$ - und  $A_2$ -Blutkörperchen agglutiniert, wird mit  $\alpha$  bezeichnet, der andere nur gegen  $A_1$ -Blutkörperchen gerichtete Anteil wird als  $\alpha_1$  (Anti- $A_1$ ) bezeichnet. Wird also der Anteil  $\alpha$  in B- (oder 0-)Bluten durch

Bindung an die  $A_2$ -Blutkörperchen aus dem Serum entfernt, so erhält man ein nur gegen  $A_1$ -Blutkörperchen wirksames Serum. Am geeignetsten für die Absorption sind solche Seren, die an sich schon eine große Wirksamkeit gegen  $A_1$ -Blutkörperchen haben. Bei Verwendung eines 0-Serums kann bei AB-Blutkörperchen die Untergruppe nicht festgestellt werden, da das Agglutinin  $\beta$  stört, sofern die Absorption nicht mit  $A_2$ B-Blutkörperchen vorgenommen worden ist. Außerdem wird eine Bestimmung mit Anti- $A_2$ -Serum (Anti-0-Serum) vorgenommen, das in der Regel aus Rinder- oder Schweineblut gewonnen wird.

Bei der Agglutinationsprobe mit Anti- $A_1$ - und Anti- $A_2$ -Serum können sich folgende Bilder ergeben:

A-Blkp.	$\alpha_1$ -Serum	$\alpha_2$ -Serum
V	+++	—
W	+++	+
X	++	++
Y	—	+++
Z	—	—

Bei dem Blut V liegt die für  $A_1$  typische Reaktion vor. Auch die Blutprobe W zählt zu der Untergruppe  $A_1$ . Y gehört der Blutgruppe  $A_2$  an. Bei X ist eine sichere Bestimmung durch die Agglutination nicht durchführbar, möglicherweise handelt es sich um ein „intermediäres A“.

Der Unterschied in der Stärke der A-Eigenschaft bei  $A_1$ - und  $A_2$ -Blutkörperchen, der sich in verschiedener Agglutinabilität und in verschiedener Bindungsfähigkeit des Anti-A-Agglutinins äußert, wird in der Absorptionsmethode ausgenutzt. Unter Absorption versteht man allgemein die spezifische Absättigung eines Antikörpers durch das zugehörige Antigen. Die zu untersuchenden Blutkörperchen werden mit möglichst hochtitrigem  $\alpha$ -Serum zusammengebracht. Das Agglutinin des Serums wird in Abhängigkeit von der Bindungsfähigkeit der A-Blutkörperchen durch diese absorbiert. Den sogenannten Abguß, wie das Serum nach durchgeführter Absorption genannt wird, testet man in steigender Verdünnungsreihe gegen  $A_1$ - und  $A_2$ -Blutkörperchen. Agglutiniert der Abguß  $A_1$ -Blutkörperchen nicht mehr (oder nur bei geringer Verdünnung), so sind während der Absorption die Agglutinine an die zu untersuchenden A-Blutkörperchen gebunden worden; es handelt sich also um die stark bindungsfähige Blutgruppe  $A_1$ . Werden dagegen die  $A_1$ -Testblutkörperchen auch in starker Verdünnung noch von den Agglutininen des Abgusses zusammengeballt und  $A_2$ -Blutkörperchen nur mehr bei geringer Verdünnung, so hat es sich um  $A_2$ -Blutkörperchen gehandelt. Kontrollen mit bekannten  $A_1$ - und  $A_2$ -Blutkörperchen müssen vorgenommen werden. Bei der Absorption eines  $\alpha$ -Serums mit  $A_1$ - und  $A_2$ -Blutkörperchen und der Titration des Abgusses gegen  $A_1$ - und  $A_2$ -Blutkörperchen ergibt sich nach FRIEDENREICH und WORSAAE obenstehender Kurve (Abb. 276).

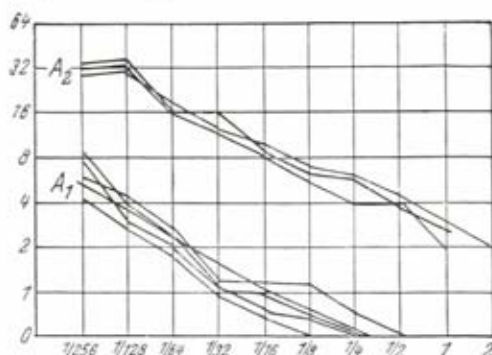


Abb. 276. Absorptionskurven für  $A_1$  und  $A_2$  mit  $\alpha$ -Serum (nach DAHR).

Nach dieser Methode sollen agglutinatorisch intermediär reagierende A-Blutkörperchen eindeutig als  $A_1$  oder  $A_2$  identifizierbar sein (FRIEDENREICH und WORSAAE, FRIEDENREICH und ZACHO). 1926 haben LANDSTEINER und LEVINE aber nach dem Absättigungsversuch doch intermediäre A-Blute angenommen. DAHR berichtete 1942 von zwei Bluten, die eine intermediäre Absorptionskurve ergaben. 1954 konnten DAHR und PRADE 9 intermediäre A-Blute feststellen. PONSOLD vertritt die Meinung, daß in jedem Fall eine Unterscheidung in  $A_1$ - und  $A_2$ -Untergruppen möglich ist, wobei er zur Feststellung eine eigene Technik angibt. PONSOLD verwendet an Stelle von  $1/4$ —1 Volumen der zu untersuchenden A-Blutkörperchen bis zum vierfachen Volumen und erschöpft so das Agglutinationsvermögen des  $\alpha$ -Serums. Im Abguß wird die Zeit zwischen der Beigabe der Testblutkörperchen und dem Eintreten der Agglutination bestimmt.

Zum Nachweis der schwachen A-Eigenschaften ( $A_3$ ,  $A_4$  usw.) sei noch der Agglutinationsabsprengungsversuch erwähnt, der darauf beruht, daß ein an A-Blutkörperchen gebundenes Anti-A-Agglutinin bei bestimmter Temperatur ( $50^\circ$ ) von den Blutkörperchen wieder abgesprengt werden kann. Die Absprengungsflüssigkeit wird dann gegen  $A_1$ -Blutkörperchen titriert. Beträgt bei einer Kontrolle mit  $A_2$ B-Blutkörperchen der Titer der Absprengungsflüssigkeit 1 : 8, bei den untersuchten Blutkörperchen aber 1 : 4, so kann mit einer schwachen A-Eigenschaft gerechnet werden.

SCHIFF erhielt bei einem Anti-Shiga-Serum einer Ziege nach Absorption mit  $A_1$ -Blutkörperchen ein für die  $A_2$ -Bestimmung brauchbares tierisches Serum.

Ergänzend sei erwähnt, daß 1948 RENKONEN aus verschiedenen Hülsenfruchtsamen eine Substanz isolierte, die den Blutkörperchen-Antikörpern Anti- $A_1$  bzw. Anti-0 entspricht. KRÜPE und BRAUN stellten bei Samen von *Sophora japonica* eine unterschiedliche Agglutinationswirkung fest; Blutkörperchen der Gruppe B und AB werden am stärksten,  $A_1$ -Blutkörperchen wenig stark,  $A_2$ -Blutkörperchen erheblich schwächer und 0-Blutkörperchen überhaupt nicht mehr zusammengeballt. Nach KOULUMIES ist ein Extrakt aus den *Vicia-cracca*-Samen zur Bestimmung der Blutgruppe  $A_1$  geeignet.

Unter den Fehlerquellen bei der Blutgruppenbestimmung ist auf die Pseudoagglutination oder Geldrollenbildung hinzuweisen, auf die unspezifische Kälteagglutination, auf das Vorhandensein irregulärer Anti-A-Agglutinine, ferner auf die Panagglutination (THOMSON) und die Agglutinationshemmung (HOLZER). Auch bei hämolytischem Blut kann eine Fehlbestimmung unterlaufen.

### β) Blutfaktoren M und N

Die Blutfaktoren M und N lassen sich durch Anti-M- bzw. Anti-N-Serum mittels Agglutination und Absorption feststellen.

Die Seren werden durch Immunisierung von Kaninchen gewonnen. Um die Bildung gruppenspezifischer Agglutinine zu vermeiden, werden den Tieren, vorzugsweise grauen Kaninchen, menschliche Blutkörperchen der Blutgruppe 0 M oder 0 N eingespritzt. Da die Bildung der Antikörper bei den einzelnen Tieren sehr verschiedenartig ist, so z. B. nur 25% der immunisierten Kaninchen brauchbares Anti-M-Serum liefern, müssen mehrere Kaninchen immunisiert werden. Für die Durchführung der Immunisierung muß auf die Spezialliteratur verwiesen werden (DAHR, WILDFÜHR, OLBRICH, HILGERMANN, DAVIDSOHN und ROSENFELD, WHEELER, SAWIN und STUART u. a.). Bei erfolgreicher Immunisierung enthält das Rohserum entweder Anti-M oder Anti-N, daneben sind aber gegen die Erythrozyten eines jeden Menschen wirkende Heteroagglutinine (Anti-Mensch) vorhanden, die vor Gebrauch der Seren entfernt werden müssen. Die Reinigung der Rohseren, die auch käuflich erworben werden können, geschieht durch Absorption. Da manche Kaninchen ein natürliches Anti-A besitzen, wird die Absorption mit  $A_1$ N-Blutkörperchen vorgenommen, wenn man ein Anti-M-Serum erhalten will, oder mit  $A_1$ M-Blutkörperchen, wenn ein Anti-N-Serum hergestellt werden soll. Für die Absorption können auch gekochte Blutkörperchen verwendet werden (LATTES, ELBEL). Auch Zellsuspensionen menschlicher Organe eignen sich zur Absättigung (KRAH). Technisch führt man die Absorption eine halbe Stunde bei Zimmertemperatur so durch, daß man nach Verdünnung des Rohserums (je nach der ursprünglichen Titerhöhe 1:10—1:100) etwa  $\frac{1}{2}$  Volumen Blutkörperchensediment zu dem Serum gibt. Der Abguß wird auf Spezifität und Titerhöhe geprüft. Seren sind nur dann brauchbar, wenn sie mindestens den Titer 1:8 aufweisen, vorzuziehen ist aber ein Titer von 1:16. Vor jeder Untersuchung sind die gebrauchsfertigen Seren neuerdings auf Spezifität und Titerhöhe zu prüfen (Kontrolle mit M-, MN- und N-Blutkörperchen).

Die Bestimmung der Faktoren wird in derselben Weise wie bei den klassischen Blutgruppen ausgeführt. Tritt also bei den zu untersuchenden Blutkörperchen bei Zugabe von Anti-M-Serum allein eine Agglutination ein, so liegt der Faktor M vor. Bildet sich nur bei Zugabe von Anti-N-Serum eine Agglutination aus, so handelt es sich um den Faktor N allein. Wird mit Anti-M und Anti-N eine Agglutination erreicht, dann liegen Blutkörperchen mit den Faktoren MN vor. Die Absorption wird prinzipiell in gleicher Weise wie bei der Absorption von  $A_1$ - und  $A_2$ -Blutkörperchen durchgeführt. Zu dem Immun-Serum gibt man  $\frac{1}{2}$  Volumen der zu untersuchenden Blutkörperchen. Im Abguß wird nach einstündiger Absorption die noch vorhandene Agglutinationsstärke gegen M- und N-Blutkörperchen geprüft. Ist im Abguß die Agglutinationsfähigkeit gegen N-Blutkörperchen erheblich herabgesetzt, so hat es sich bei den zu untersuchenden Blutkörperchen um den Faktor N gehandelt. Die Titerdifferenz muß gegenüber den Blutkörperchen des anderen Faktors, im Beispiel also gegen M-Blutkörperchen,



mindestens 2 Stufen betragen. Maßgebend ist also nicht die absolute Titerensenkung, sondern die relative gegenüber der Kontrolle.

Wesentlich ist auch die Verwendung mehrerer Anti-M- und Anti-N-Seren, da bei den menschlichen M- und N-Eigenschaften quantitative Unterschiede bestehen und auch die Immunsereen qualitativ voneinander abweichen können. So kann bei Untersuchung mit einem einzigen Serum ein Faktor dem Nachweis entgehen. Die Eigenschaft  $N_s$  ist durch Anwendung möglichst hochtitriger Anti-N-Seren nachzuweisen, manchmal ist aber auch durch ein schwachtitriges Anti-N-Serum mit qualitativer Abweichung die schwache N-Eigenschaft besser erfassbar. Bei Verwendung möglichst vieler Anti-Seren wird der Faktor  $N_s$  dem Nachweis kaum entgehen; besondere Absorptionsbedingungen für den Nachweis der schwachen N-Eigenschaft hat LAUER angegeben. Der Faktor  $M_s$  (PIETRUSKY) läßt sich nur durch gute Anti-M-Seren (Titer über 1:64) erfassen.

Für die Bestimmung der Faktoren M und N, ebenso für die Bestimmung der klassischen Blutgruppen und der Untergruppen  $A_1$  und  $A_2$  stehen auch Trockensereen zur Verfügung, die sich besonders bei Expeditionen bewährt haben. Sie besitzen eine große Haltbarkeit und können sich bakteriell nicht zersetzen. Man stellt sie dadurch her, daß man kleine Serummengen in Ampullen füllt, im Vacuum trocknet und die Ampullen zuschmilzt. Vor Gebrauch wird der Rückstand in destilliertem Wasser gelöst. Trockensereen werden ebenso wie die flüssigen Antisereen auch industriell hergestellt (z. B. von Asid, München-Neuherberg; Biotest, Frankfurt; MOLTER, Heidelberg; Serumwerk Marburg [früher BEHRING] u. a.).

#### γ) Blutfaktor S

Für die Bestimmung des mit den Faktoren M und N vermutlich in enger Beziehung stehenden Faktors S (WALSH und MONTGOMERY, SANGER und RACE, PIKLES) liegen in Deutschland noch keine brauchbaren Sereen vor. Eine Immunisierung von Versuchstieren mißlang, MANZ und ORBACH versuchten durch Immunisierung von Menschen entsprechende Sereen zu erhalten.

#### δ) Faktor P

Zur Bestimmung des Faktors P dienen überwiegend Immunsereen, wobei Kaninchen durch Einspritzung von OMP-Blutkörperchen immunisiert werden (KRAH und HARTER).

Wie bei den Anti-M- und Anti-N-Rohsereen sind auch die Anti-P-Sereen zu reinigen und zu absorbieren, so daß nur noch Anti-P enthalten ist. Außerdem gibt es natürliche tierische Anti-P-Sereen, vor allem bei Pferden und Schweinen. Auch diese Sereen sind vor Gebrauch zu reinigen und auf Spezifität und Titerhöhe zu prüfen.

Die Feststellung des Faktors P erfolgt vorzugsweise durch Agglutination mit der Objektträgermethode. Agglutinieren Blutkörperchen mit Anti-P-Serum, so ist der Faktor P vorhanden. Wie bei den Faktoren M und N ist auch bei dem Faktor P die Bestimmung durch mehrere Sereen angezeigt, bekannte Kontrollblute sind mitzubestimmen. Die Diagnose kann durch den Absorptionsversuch, der technisch wie bei der Bestimmung der Faktoren M und N durchgeführt wird, gesichert werden. HENNINGSSEN gibt folgende dreifache Methode an:

1. Objektträgermethode bei Zimmertemperatur für 30 Minuten mit tierischem Anti-P-Serum (Titer 1:16),
2. Austitrierung mit einem Anti-P-Serum vom Mensch (Titer 1:64) über Nacht im Eisschrank,
3. Absorption mit Anti-P-Serum vom Mensch gegen P-Blkp. mittlerer Stärke in Röhren.

#### ε) Faktor Q

Im Schweineserum tritt etwa zu 1 % neben dem Anti-P oder allein manchmal ein Anti-Q-Agglutinin auf. Praktisch hat die Bestimmung des Q-Faktors beim Menschen keine Bedeutung.

### η) Faktor E

Die Bestimmung der Eigenschaft E (nicht des Antigens E des Rhesussystems) mit dem Serum japanischer Aale (SUGISHITA) hat praktisch keine Bedeutung, zumal Nachprüfungen nicht zur Bestätigung führten (JONSSON).

### μ) Bestimmung der Ausscheider-Eigenschaft

Der Nachweis der Ausscheidungsfähigkeit (S) gelingt am einfachsten mit den für die Bestimmung der klassischen Blutgruppen üblichen menschlichen Iso-Seren. Es werden 1—2 ccm frisch entnommenen Speichels zentrifugiert. Einige Tropfen der darüberstehenden klaren Flüssigkeit werden in einem Röhrchen 10 Minuten lang im Wasserbad bei 100° erhitzt, da die Blutgruppensubstanz im Speichel sonst durch die sog. Blutgruppenfermente zerstört wird (SCHIFF und WEILER), außerdem wird die Viskosität des Speichels herabgesetzt. Nach dem Erhitzen verdünnt man den Speichel 1:10, 1:100, 1:1000 und gibt Serum der Blutgruppe A und B zu. Hat bei Austitrierung des Speichels die Agglutinabilität gegen eine Blutgruppeneigenschaft, z. B. gegen B stark abgenommen, so ist die Ausscheidung dieser Substanz nachgewiesen. Eine Probe mit der Verdünnungsflüssigkeit NaCl muß mitgeführt werden. Konnte keine Ausscheidung nachgewiesen werden, so handelt es sich entweder um einen Nichtausscheider (s) oder um einen Ausscheider der Blutgruppe 0. Die tierischen Anti-0-Seren, die zum A<sub>2</sub>-Nachweis Verwendung finden, sind für den Nachweis der 0-Ausscheidung nicht spezifisch genug, so daß also bei Angehörigen der Blutgruppe 0 eine Prüfung auf Ausscheider (S) oder Nichtausscheider (s) nicht erfolgsversprechend ist.

MANZ gelang jetzt allerdings die Immunisierung eines Kaninchens mit menschlichem Ausscheidungsspeichel. Dieses Serum eignet sich nach O. SCHMIDT und MANZ auch zur Feststellung der Ausscheidungsfähigkeit bei Personen der Blutgruppe 0.

In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß bei der Blutgruppe A und B der Versuch unternommen worden ist, die Heterozygotie durch Anti-0-Seren festzustellen. So hielt DAHR den Nachweis der Heterozygotie mit Hilfe tierischer Anti-0-Seren für möglich. Neuerdings führte GOSSE diesbezügliche Untersuchungen durch; hierbei zeigte sich aber, daß auch AB-Blute, insbesondere A<sub>2</sub>B-Blute agglutiniert werden, eine Erscheinung, auf die auch schon DAHR hingewiesen hat.

### η) Kell-System

Industriell hergestellte Anti-K-Seren zur Feststellung der Eigenschaft Kell stehen zur Verfügung. Die Bestimmung wird durch Agglutination mit der Objektträgermethode oder durch den COOMBS-Test vorgenommen.

### ι) Rhesus-System

1937 stellten LANDSTEINER und WIENER fest, daß Seren von Kaninchen, die mit Blut von Rhesus-Affen immunisiert worden waren, die Blutkörperchen der meisten Menschen zusammenballen. Man kann tierische Anti-Rh-Seren auch gewinnen, wenn man Meerschweinchen eine Aufschwemmung von Rhesus-Affen-Blutkörperchen oder von menschlichen 0-Rh-Blutkörperchen einspritzt. Heute verwendet man meist keine tierischen Seren, sondern menschliche Anti-Rh-Seren von Empfängern bei Transfusionszwischenfällen oder von Müttern erythroblastotischer Kinder. Außerdem können früher sensibilisierte Personen nachimmunisiert oder Rh-negative Personen künstlich immunisiert werden. Die Bildung eines Rh-Anti-Körpers wird bei Rh-negativen Empfängern durch die Übertragung Rh-positiven Blutes angezeigt, Rh-negative Mütter können gegen die Rh-positiven Blutkörperchen ihres Kindes Antikörper ausbilden. Alle so erhaltenen Seren sind nur dann brauchbar, wenn sie allein den Rh (= D)-Antikörper besitzen und keine

gruppenspezifische (gegen A oder B gerichtete) oder irreguläre Antikörper vorhanden sind.

Grundsätzlich können sich drei verschiedene Formen von Antikörpern bilden, deren Bezeichnung und Bestimmung aus folgender Übersicht (nach RASCH) hervorgeht:

Antikörper-Typ	Bezeichnung	Reaktion		unter Mithilfe von Antiglobulinserum
		in Koch- salz	in Albu- min	
Vollständige Agglutinine	1. gewöhnliche Agglutinine	+	+	+
	2. Saline agglutins			
	3. Complete agglutins			
	4. Early antibodies			
	5. Bivalent antibodies			
Unvollständige Agglutinine I. Blockierende Antikörper	1. Incomplete antibodies			
	2. Late or mature antibodies	—	+	+
	3. Univalent antibodies			
	4. Glutinins			
	5. Hyperimmune antibodies			
	6. Albumin agglutinins			
II. Kryptoagglutinoide		—	—	+

Dementsprechend stehen für die Bestimmung der Rh<sub>0</sub>(D)-Eigenschaft zwei Arten von Seren zur Verfügung: Seren mit agglutinierenden Antikörpern und Seren mit konglutinierenden Antikörpern. Die Untersuchung mit den erstgenannten Seren wird prinzipiell in derselben Weise wie bei der Bestimmung der klassischen Blutgruppen vorgenommen. Auf dem Objektträger wird eine 3<sup>0</sup>/<sub>100</sub>ige Blutkörperchenaufschwemmung mit einem Tropfen Anti-Rh-Serum zusammengebracht. Im Gegensatz zur klassischen Blutgruppenbestimmung erfolgt hier die Ablesung erst nach 30 Minuten, wobei der Objektträger in einer feuchten Kammer bei 20 bis 37° im Brutschrank aufbewahrt wird. Bei Vorhandensein des Antigens Rh<sub>0</sub>(D) tritt eine Agglutination ein, die im allgemeinen feinkörniger ist als die Agglutination bei den klassischen Blutgruppen.

Nach POTTER eignen sich Blutkörperchenaufschwemmungen in NaCl nicht für die Rh-Bestimmung, besser eignet sich Vollblut oder die Aufschwemmung einer 50%igen Albuminlösung. DAHR konnte diese Ansicht nicht bestätigen.

Die Rh-Bestimmung ist auch mit der ursprünglich von LANDSTEINER angegebenen Röhrchenmethode möglich (Abb. 277). Sie ist von englischen und amerikanischen Untersuchern mehrfach variiert worden. Grundsätzlich erfolgt die Ablesung bei der Röhrchenmethode nach 2 Stunden langem Stehen im Brutschrank. Bei positiver Reaktion ist das Sediment faltig-runzelig, der Rand zeigt eine ungleichmäßige Zackung. Bei vorsichtigem Aufschütteln lassen sich kleine Agglutinate erkennen. Bei negativer Reaktion ist das Sediment mehr kuppenartig, der Rand ist glatt.

Die Rh-Bestimmung kann auch als Kapillarmethode (POSSOLD, CHOWN) durchgeführt werden. MURRAY und TUCK halten diese Methode aber für unzuverlässig.

Eine andere Nachweismethode ist in der Herstellung eines „Hängenden Tropfens“ gegeben.

Es sei noch darauf hingewiesen, daß Blutkörperchen von Neugeborenen nur mit menschlichen Testseren geprüft werden können, da sie mit Meerschweinchen-Immunseren auch dann eine positive Reaktion geben, wenn die Rh-Eigenschaft nicht vorhanden ist (FISK und FORD).

Bei der Verwendung von Seren mit konglutinierenden Antikörpern sind Blutkörperchenaufschwemmungen in Kochsalzlösung ungeeignet, da im Kochsalzmilieu keine Verklumpung entsteht. Die zu untersuchenden Blutkörperchen werden in eiweißhaltigem Milieu (AB-Serum oder Rinderalbumin) oder in anderen kolloidalen Lösungen (Gelatinelösung oder Periston) suspendiert. Die Suspensions-



flüssigkeit, als Konglutinin bezeichnet, gibt man dem Vollblut im Verhältnis 1:1 zu (FISK und MCGEE; PROKOP). Im übrigen erfolgt die Untersuchung auch hier bei 37° im Brutschrank.

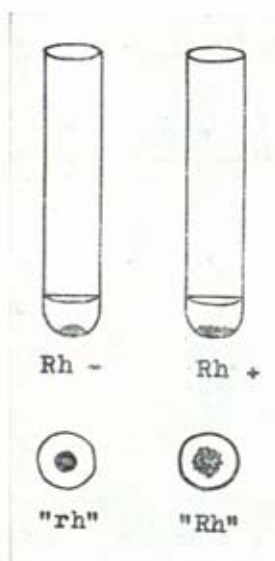


Abb. 277. Rh-Faktorenbestimmung mit der Röhrchenmethode (nach DAHR).

Eine vereinfachte Methode für die Rh-Bestimmung hat SPEISER angegeben: Er bringt 1 Tropfen im eigenen Serum aufgeschwemmter Blutkörperchen mit 1 Tropfen Anti-Rh-Serum zusammen und hält das Gemisch in der feuchten Kammer warm. Die Ablesung kann schon nach einigen Minuten erfolgen, im negativen Fall sollen aber 2 Stunden abgewartet werden. Zum Nachweis der schwachen D-Eigenschaft ( $D^u$ ) eignet sich der Absorptionsversuch, dessen Technik bei Bestimmung der MN-Faktoren erwähnt ist.

Neben dem „Standardserum“, das zum Nachweis der Eigenschaft Rh-D dient und etwa bei 85% der weißen Bevölkerung positiv reagiert, gibt es noch andere Seren, so z. B. ein Serum, das nur bei 80% der weißen Bevölkerung die Blutkörperchen zusammenballt und mit Anti-rh' bzw. Anti-c bezeichnet wird. Von LEVINE wurde derselbe Antikörper mit St bezeichnet, im japanischen Schrifttum führt er die Bezeichnung I. Andere Seren, deren Anwendung dem Standardserum Anti-D entsprechen, liegen für den Nachweis der Antigene C, E und e vor. Im Serum immunisierter Menschen können auch mehrere Antikörper gleichzeitig vorhanden sein (z. B. Anti-C, Anti-D und Anti-E). Seren zum Nachweis der Antigene d und f sind in Deutschland noch nicht beziehbar.

Auf den Nachweis der Antikörper im Blutserum, die auch in blockierender Form vorliegen können und dann nur mit besonderen Methoden (COOMBS-Test, Trypsin-Test usw.) erfassbar sind, kann hier nicht eingegangen werden. In diesem Zusammenhang sei noch erwähnt, daß neuerdings auch Seren für die Bestimmung von  $Fy^a$  sowie  $Le^a$  und  $Le^b$  (DUFFY und LEWIS) zur Verfügung stehen. Methodisch ist für die Bestimmung dieser Eigenschaften meist der COOMBS-Test nötig, für dessen Durchführung auf die Spezialliteratur verwiesen werden muß.

#### \*) LÖNS-Test

Das Prinzip des „positiven Vaterschaftsnachweises“ nach Löns beruht darauf, daß mit dem Blut vieler Menschen immunisierte Ziegen gegen alle Bluteigenschaften Antikörper bilden sollen. Auf diese Weise entsteht nach Löns ein polyvalentes Serum. Das gewonnene Immunserum wird mit Blutkörperchen der Mutter und des als Vater in Frage kommenden Mannes versetzt, wobei die gegen die Blutkörperchen der Mutter und des Mannes gebildeten Antikörper gebunden werden. Fügt man zu dem absorbierten Serum Blutkörperchen des Kindes, dessen Abstammung strittig ist, so tritt keine Reaktion ein, wenn bei dem Kind nur dieselben Eigenschaften wie bei der Mutter und dem tatsächlichen Vater vorhanden sind. Die Vaterschaft dieses Mannes wird damit positiv angezeigt. Tritt dagegen eine Reaktion ein, so sind bei dem Kind fremde Eigenschaften vorhanden, die vorher durch die Blutkörperchen der Mutter und des Mannes nicht absorbiert worden sind. Das Kind soll damit nicht von diesem Mann stammen. Das polyvalente Serum kann auch mit den Blutkörperchen der Mutter und des Kindes absorbiert werden. Der Abguß wird dann gegen die Blutkörperchen des als Vater in Betracht gezogenen Mannes titriert. Ist der Titer herabgesetzt, so waren

in den Blutkörperchen des Kindes Eigenschaften dieses Mannes enthalten. Gegen die theoretischen Voraussetzungen des positiven Vaterschaftsnachweises nach Löns wurden zahlreiche Einwendungen erhoben. So brachte z. B. DAHR den Einwand, daß die Ziege unmöglich gegen alle Antigene Antikörper ausbildet und eine Antigengemeinschaft zwischen Mensch und Ziege möglich wäre. Das Verfahren ist außerdem nicht ohne weiteres reproduzierbar. Für die Praxis kommt dem Verfahren keine Bedeutung zu.

Es sei noch darauf hingewiesen, daß auch mikroskopische Untersuchungen des Blutes von Bedeutung sein können. So lassen sich dadurch an Stelle normaler bikonkaver Blutscheiben auch sichelförmig gekrümmte rote Blutkörperchen nachweisen (NÄGELI). Eine ähnliche Form bilden die ovalen Erythrozyten, die als Ovalozyten bezeichnet werden.

### b) Blutgruppenbestimmung bei Tieren

Die Feststellung der beim Menschen vorhandenen Eigenschaften kann beim Tier auf folgende Weise geschehen.

1. Durch den Absorptionsversuch
2. Durch Prüfung mit gereinigter Agglutininlösung
3. Durch Prüfung mit gruppenspezifischen Immunsere

Der Absorptionsversuch unterscheidet sich technisch gegenüber der Absorption, wie sie z. B. bei der Feststellung der A-Untergruppen vorgenommen wird, nicht. Man läßt auf die zu untersuchenden tierischen Blutkörperchen ein menschliches Serum einwirken und stellt nach erfolgter Absorption fest, ob die tierischen Blutkörperchen einen Agglutininanteil des Serums gebunden haben oder nicht. Zur Kontrolle wird ein unabsorbiertes Serum ausgetitriert.

Die einfache Agglutinationsprüfung mit ungereinigten menschlichen Seren ist nicht möglich, da Art-agglutinine die tierischen Blutkörperchen zusammenballen können und dann das Vorkommen einer Eigenschaft A oder B vortäuschen. Die gewöhnliche Agglutination kann nur mit gereinigten Agglutininlösungen durchgeführt werden. Man gibt zu 5 ccm inaktivem  $\alpha\beta$ - oder  $\beta\alpha$ -Seren 5 Tropfen gewaschener  $A_1$  (bzw. B) Blutkörperchen. Das Röhrchen bleibt 2 Stunden in Zimmerwärme stehen, hierauf wird nach dem Zentrifugieren das überstehende Serum entfernt, das Blutkörperchensediment wird zweimal mit eiskühler Kochsalzlösung gewaschen. Nach dem Zentrifugieren pipettiert man die Waschflüssigkeit ab, das an die Blutkörperchen gebundene  $\alpha$ - bzw.  $\beta$ -Agglutinin wird nun von den Blutkörperchen wieder abgesprengt, indem man das in eine Kochsalzlösung überführte Sediment auf 50 °/o erwärmt. Um bei Absinken der Temperatur die Agglutination nicht wieder eintreten zu lassen, muß beim Abzentrifugieren der Blutkörperchen entweder eine als Thermostat ausgebildete Zentrifuge verwendet werden (WÜNSCHE) oder im Heizwasser des Zentrifugierbeckens eine Temperatur von 60° (FISCHER) herrschen. DAHR empfiehlt folgende Methode (Abb. 278): Zu dem gewaschenen Blutkörperchensediment fügt man 1 ccm Kochsalzlösung hinzu, schwemmt mit einer Tropfpipette die Agglutinate auf und bringt das Gemisch in ein zylindrisches Glasröhrchen von etwa 7,5 cm Länge und 0,5 cm Weite mit abgerundetem Boden und nach außen gebogenem stumpfen Rand. Dieses Röhrchen stellt man in ein gewöhnliches, unten spitz zulaufendes Zentrifugierröhrchen von etwa 9 cm Länge und 1,5 cm Weite. An der Spitze des Zentrifugierröhrchens befindet sich etwas Watte. Mit einer Tropfpipette füllt man den Raum zwischen dem inneren und äußeren Röhrchen mit auf 56° erwärmter Kochsalzlösung so weit, daß die Kochsalzlösung den Flüssigkeitsspiegel im inneren Röhrchen überragt. Das Zentrifugierröhrchen wird dann mit einem Kork verschlossen und in ein

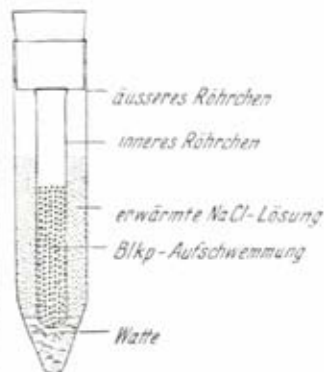


Abb. 278. Apparat zur Blutgruppenbestimmung bei Tieren (nach DAHR).

Warmbad von 56° gestellt. Nach etwa 3 Minuten nimmt man es heraus, drückt den Korken so fest ein, daß auch das innere Röhrchen verschlossen ist, und fördert durch wiederholtes Umkippen die Absprengung des Agglutinins. Danach wird das Röhrchen 3 Minuten zentrifugiert. Die über dem Sediment stehende Flüssigkeit wird abpipettiert. Die zur Absorption verwendeten Blutkörperchen müssen möglichst frisch sein, da andernfalls eine Hämolyse eintritt. Agglutiniert die  $\alpha$ - (bzw.  $\beta$ -)Lösung Blutkörperchen des Tieres und die Blutkörperchen A (bzw. B) des Menschen, nicht aber Blutkörperchen der anderen Blutgruppe B (bzw. A), so besitzt das Tier die Blutgruppeneigenschaft A (bzw. B). 0-Seren sollen für die Herstellung einer  $\alpha$ - oder  $\beta$ -Agglutininlösung nicht genommen werden, da eine sogenannte Sekundärbindung eintritt (THOMSEN und WORSAAE).

Bei Verwendung von Anti-A- und Anti-B-Immunsereen ist die Durchführung des Absorptionsversuches oder die Herstellung einer Agglutininlösung überflüssig. Allerdings besitzen die so gewonnenen Agglutinine nur die Agglutininanteile, die den menschlichen Eigenschaften des zur Immunisierung verwendeten Tieres in gemeinsamen Antigenstücken entsprechen. Zur Bestimmung der Faktoren M und N lassen sich die verdünnten, gebrauchsfertigen Anti-M- und Anti-N-Seren benützen, wenn es sich um Immunsereen handelt.

### $\beta$ ) Sinnesempfindungen

#### 1. Methode zur Untersuchung des Sehorgans

Der Lichtsinn (Empfindlichkeit des Sehorgans für Hell und Dunkel) wird mit Hilfe des Adaptometers geprüft. Ein absolutes Maß gibt es hier nicht; die Höhe der Lichtempfindlichkeit der Netzhaut ist fortgesetzten Schwankungen unterworfen, da sich das Auge immer an das ihm dargebotene Licht anpaßt (adaptiert). So gibt es eine Hell- und Dunkeladaption.

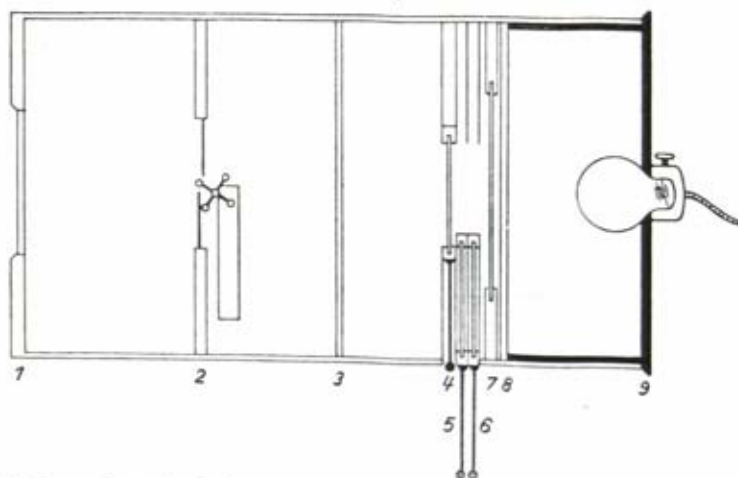


Abb. 279. Querschnitt durch das Adaptometer (ENGELKING und HARTUNG). 1 Leuchtfäche, 2 verstellbare Blende, 3 Milchglasscheibe, 4—5 Graufilter, 6 Metallblende, 7 Blaufilter, 8 Milchglasscheibe, 9 Glühlampe im Einsatz (aus SCHIECK-ENGELKING).

Die Prüfung des Lichtsinns erfolgt in zeitlichen Intervallen, am in Adaption befindlichen Auge wird sie im völlig verdunkeltem Raum nach folgendem Prinzip durchgeführt: Eine in der Leuchtkraft stark variable Lichtquelle beleuchtet eine Fläche bestimmter Größe. Zunächst wird sehr schwaches Licht benutzt, dieses wird dann allmählich so lange verstärkt, bis der Proband den Lichtschimmer der beleuchteten Fläche erkennt; diese Lichtstärke wird an einer Skala abgelesen (Abb. 279).

Wiederholt man die Prüfung des Schwellenwertes in regelmäßigen Abständen, so erhält man durch Eintragung in ein graduiertes Schema die sog. Adaptionskurve wie sie die Abb. 280 zeigt (SCHIECK-ENGELKING).

Die Beobachtungszeit ist recht lang (30 bis 60 Minuten) und wird daher im Rahmen anthropologischer Reihenuntersuchungen nur selten in Frage kommen.

Die Prüfung des Farbsinns ist für anthropologische Zwecke von beson-



derer Bedeutung. Die hierzu notwendigen Untersuchungsmethoden lassen sich gliedern in:

1. Benennenlassen farbiger Objekte (farbige Papiere, Taschen usw.)
2. Wahlproben (HOLMGREENSche Wollproben, ADLERS Farbstifte).

Diese beiden Arten von Methoden sind jedoch nur dort zu empfehlen, wo es sich um ungebildete, auch nicht zahlenlesende oder nachzeichnende Bevölkerung handelt. Sie können durch bessere Proben ersetzt werden.

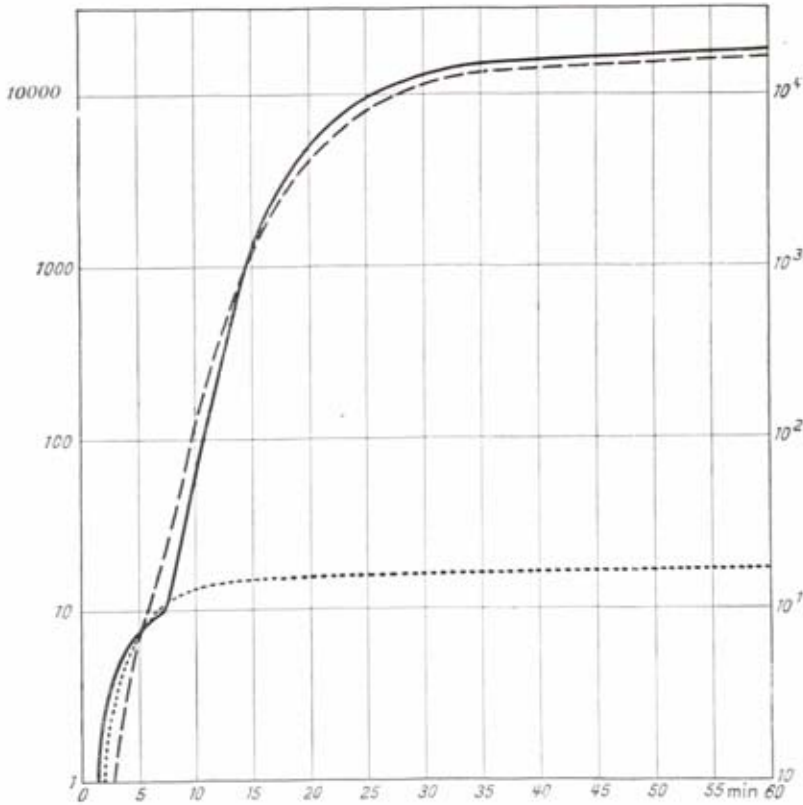


Abb. 280. Der Verlauf der Dunkeladaptation beim Normalen (—), bei der angeborenen totalen Farbenblindheit (---) und bei der angeborenen Hemeralopie (- · - · -). Die Abszisse gibt die Dauer der Adaptation in Minuten, die Ordinate die Empfindlichkeit an. Je höher die Empfindlichkeit, desto niedriger die Schwelle (aus SCHIECK-ENGELKING).

3. Pseudoisochromatische Gleichungen und Proben (Tafeln von NAGEL-VIERLING, STILLING, ISHIHARA, PODESTÁ, u. a., Farbenmischungs Lampen, Farbenkreisel, Umschlagfarben von WÖFLIN).

Für Massenuntersuchungen sind die Tafeln von ISHIHARA besonders geeignet: Tafel 1 zeigt eine rote Zahl auf blauem Grund; Zahl und Grund sind aus größeren und kleineren Kreisflächen gebildet. Diese Zahl wird sowohl von Normalen als auch von Farbblinden gesehen und soll den Farbblinden zeigen, worum es sich handelt. Die Tafeln 2—5 sind so eingerichtet, daß die Normalen eine, die Farbblinden eine andere Zahl sehen. Vier weitere Tafeln zeigen Zahlen, welche die Normalen leicht sehen, während Farbblinde sie entweder gar nicht oder nur mit Mühe sehen können. Die zwei nächsten Prüfungstafeln zeigen umgekehrt Zahlen, welche die Farbblinden oft leicht sehen, während die Normalen sie nicht oder nur kaum sehen können. Auf diese Weise lassen sich alle angeborenen Formen des Farbsinns feststellen:

- a) normale Trichromasie (normaler Farbsinn)
- b) anomale Trichromasien:
  - Protanomalie (Rotschwäche)
  - Deutanomalie (Grünschwäche)
  - Tritanomalie (Blauschwäche)
- c) Dichromasien:
  - Protanopie (Rotgrünblindheit 1. Form)
  - Deutanopie (Rotgrünblindheit 2. Form)
  - Tritanopie (Blaugelbblindheit)
- d) Monochromasie (angeborene totale Farbblindheit).

4. Die Einstellung von Gleichungen der Spektralfarben (RAYLEIGH-Gleichung) am Anomalskop (NAGEL) ist an komplizierte Apparate gebunden, so daß ihre ausgedehnte Anwendung in der Anthropologie kaum in Frage kommt.

Die Abgrenzung der angeborenen Farbsinnstörungen von den erworbenen ist dadurch möglich, daß bei erworbener Farbsinnstörung der Kranke Erinnerungsbilder an Farbeindrücke hat und farbige Objekte so benennt, wie er sie tatsächlich sieht. Meistens zeichnen sich erworbene Farbsinnstörungen auch dadurch aus, daß sie entsprechend dem Sitz der Erkrankung zunächst nur Teile des Gesichtsfelds betreffen oder einseitig sind, sie können sich u. U. im Laufe der Zeit auch bessern.



Abb. 281. Methode nach PLACIDO zur Bestimmung des Hornhautastigmatismus (aus SCHIECK-ENGELKING).

Beim Astigmatismus (Brennpunktlosigkeit) infolge unterschiedlichen Krümmungsradii einzelner Meridiane (Schnitte) der Hornhaut (Hornhautastigmatismus), fehlerhafte Wölbung oder Lageveränderung der Linse (Linsenastigmatismus) oder auch Unregelmäßigkeiten im hinteren Augenpol, also Sklera und Retina (Astigmatismus fundi), kann der Proband weder fern noch nah gelegene Gegenstände völlig deutlich erkennen. Er wird durch objektive Methoden festgestellt. Der Augenarzt benützt hierzu Ophthalmometer nach JAVAL-SCHIÖTZ oder HAAGSTREIT, Refraktrometer und Schattenprobe (Skiaskopie). Für anthropologische Untersuchungen ist wohl in erster Linie der Hornhautastigmatismus von Bedeutung, der verhältnismäßig einfach mit der Methode von PLACIDO (Abb. 281) festgestellt werden kann.

Eine von schwarzen und weißen Ringen eingenommene Scheibe von etwa 20 cm Durchmesser trägt in der Mitte ein Loch, durch welches der Untersucher hindurchsieht. Man stellt den Probanden mit dem Rücken zum Fenster auf und nähert sich mit der Scheibe der Hornhaut des Auges so, daß die Kreise auf der Hornhaut ein verkleinertes Spiegelbild geben. Hat die Hornhaut keinen Astigmatismus, so ist das Spiegelbild der Kreise völlig rund, andernfalls bei regelmäßigem Astigmatismus oval, bei unregelmäßigem verzerrt.

Zur Bestimmung der Sehschärfe benützt man aus Zahlen, Buchstaben oder ähnlichen Figuren bestehende Sehproben, deren einzelne Teile bei einer bestimmten Entfernung unter dem Sehwinkel von 1 Winkelminute erscheinen (SNELLENS Prinzip).

Neben den Figuren ist jeweils die Entfernung angegeben, in welcher sie gelesen werden müssen. Die Untersuchung wird auf eine Entfernung von 5 oder 6 m durchgeführt, damit das Auge akkomodationslos ist. Wird ein Zeichen, das auf 10 m erkannt werden sollte, nur in einem Abstand von 5 m gelesen, so besteht eine Sehschärfe von

$5/10 = 0,5$ . Wird in diesem Abstand die für 5 m bestimmte Reihe gelesen, so beträgt der Visus  $5/5 = 1,0$  (Visus =  $5/5$  oder  $S = 5/5$ ). Im allgemeinen wird die zentrale Sehschärfe (Fovea centralis) geprüft. In vielen Fällen (z. B. auch bei Ausfall der Stelle des deutlichsten Sehens) kann jedoch auch periphere Sehschärfe von Bedeutung sein.

Nach angenähert demselben Prinzip sind Drucksätze gearbeitet, welche die Prüfung der Sehschärfe für die Nähe erlauben. Am gebräuchlichsten sind die von BIRKHÄUSER und die von NIEDEN. Ein gesundes Auge muß die Probe NIEDEN Nr. 1 in 40 cm Abstand, Probe Nr. 7 in 100 cm Abstand lesen können (SCHIECK-ENGELKING).

## 2. Methoden zur Bestimmung der Geschmacksempfindung

Ausgehend von der Beobachtung, daß die Geschmacksempfindung für Phenylthiocarbamid (auch Phenylthioharnstoff genannt) nicht bei allen Personen gleich ist (A. F. Fox), empfiehlt WEBER zur Prüfung des Geschmacksinns folgende Methode: Von der gesättigten Stammlösung des Phenylthiocarbamid (= 0,25 %) werden vier weitere Lösungen hergestellt, von denen jede die vierfache Verdünnung der vorhergehenden darstellt, so daß es sich also um Verdünnungen von 1 : 4, 1 : 16, 1 : 64 und 1 : 256 der Stammlösung handelt. Von diesen Lösungen werden nun der Versuchsperson, angefangen von der stärksten Verdünnung (Lösung V) bis hinauf zur stärksten Konzentration der Stammlösung (Lösung I), jeweils eine kleine Geschmacksprobe mittels einer Pipette auf den Zungengrund gegeben. 67 % der von WEBER untersuchten Personen besaßen für Phenylthiocarbamid eine Bitterempfindung, 17 % der untersuchten Personen gehörten zu den „Nichtschmeckern“, die die Testlösung auch in der stärksten Konzentration überhaupt nicht bzw. nicht als bitter empfanden. Auch die Versuchspersonen, die erst bei der Stammlösung eine meist etwas unsichere Geschmacksempfindung besitzen, sind zu den Nichtschmeckern zu zählen. Die dazwischensliegenden Lösungen schmecken die sog. „schwachen Schmecker“ (16 %). Als „sichere Schmecker“ bezeichnet WEBER die Personen, die schon die schwächste Lösung (0,000975 %) und die Lösung IV als bitter empfindet (zusammen 67 %).

Auf Grund der Ergebnisse, die mit dieser Untersuchungsmethode an E. Z. erzielt wurden, wird diese Methode von einzelnen Autoren als Ergänzung bei erbbiologischer Begutachtung empfohlen. Geschlechtsunterschiede liegen innerhalb der Fehlergrenze. Ein Altersunterschied tritt nach WEBER nur im Bereich der schwachen Schmecker auf, die zwischen 7 und 14 Jahren häufiger vertreten sind als in den höheren Altersgruppen, was wahrscheinlich durch die größere methodische Fehlermöglichkeit bei diesen Kindern bedingt sein dürfte.

Zur Untersuchung von Umwelteinflüssen (z. B. Wetterwirkungen) eignet sich die Testung mit Kochsalzlösung. KANZ bezeichnet diese Geschmacksprüfung als eine der dankbarsten meteorophysiologischen Testmethoden. Mit Hilfe einer Pipette werden NaCl-Konzentrationen im Konzentrationsbereich von 0,02 bis 0,17 % verabreicht. Als optimale Temperatur der Testlösung gibt KANZ 24–25° an. Ausführliche Beschreibung der Methodik und der Literatur findet sich bei KANZ. Die Reaktion des einzelnen Individuums scheint beeinflusst zu werden durch Konzentration, Alter, Geschlecht, Ernährungslage und meteorologische Faktoren.

## 3. Funktionsproben für und über die Haut

Zur Elastizitätsbestimmung der Haut haben BÜRGER und KNOBLOCH einen besonderen Apparat konstruiert (Abb. 282). Dabei wird mit einer Klemme eine 4 mm hohe und 8 mm breite Hautfalte erfaßt und diese einem Zug mit verschieden großer Kraft ausgesetzt. Die Längenzunahme läßt sich sehr genau durch Übersetzung auf einen Hebelarm messen. Als Meßstelle gilt für Altersbestimmungen der Handrücken, doch können, etwa in Rassenuntersuchungen, auch andere Hautstellen miteinander verglichen werden.



Für die Beurteilung der Hautfarbe als Maßstab der Durchblutung gelten folgende Regeln: Eine rosarote Hautfarbe spricht für eine mäßige Öffnung der kleinen Arterien und Weitstellung der anschließenden Arteriolen. Werden die kleinen Arterien weiter geöffnet, so erlangt die Rötung der Haut verschiedene Tönungen. Cyanotische Haut spricht für enge, kleine Arterien und weite Arteriolen. Die Cyanose ist Ausdruck relativ starker Sauerstoffzehrung des Gewebes. Blauschwarze Hautfarbe weist auf extrem weite Kapillaren hin. Bei blasser Haut sind die kleinen Arterien und die Arteriolen eng gestellt. Ist die Haut trotz erhöhter Temperatur relativ blaß, so ist eine hohe Blutstromgeschwindigkeit anzunehmen mit teilweiser Passage der arterio-venösen Anastomosen. Die Arteriolen sind dann bei engen Kapillaren weit. Eine Pigmentierung kann diese Erscheinung natürlich weitgehend überdecken und ihre Beurteilung erschweren.

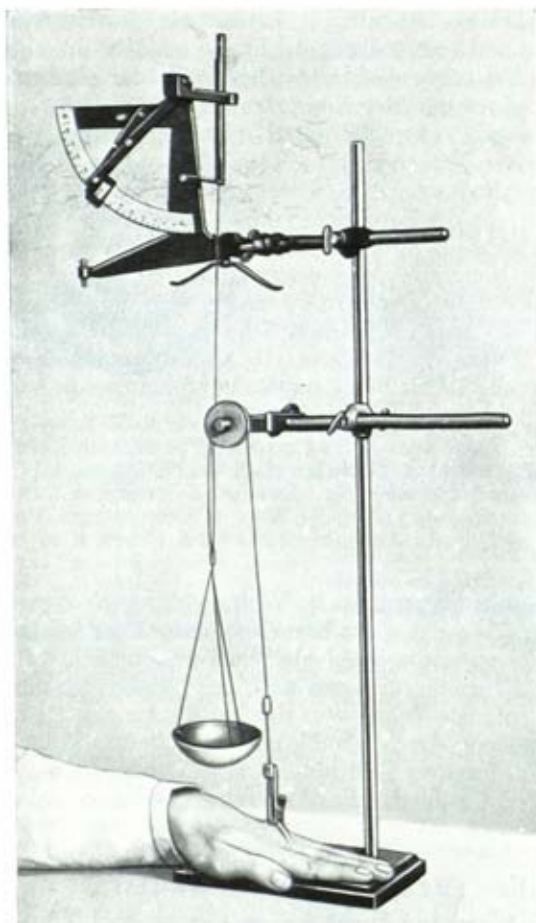


Abb. 282. Apparat zur Messung der Dehnungsfähigkeit der Haut (nach BÜRGER).

Verschiedene Krankheitsbilder können nach der dabei beobachteten Hautfarbe voneinander unterschieden werden. Die Erythromelalgie kann als eine rasch progrediente Vasoneurose aufgefaßt werden. Am Beginn der Erkrankung findet man Parästhesien, es folgt eine Rötung der peripheren Gliedabschnitte. Bei der Akrocyanose findet man weite Kapillaren und Venolen. Eine vorwiegend vasodilatatorische Erscheinung ist die rote Migräne und die starke Hitze mit wechselnd starker Röte bei Querschnittslähmungen.

Das Reflexerythem wird auf der normal innervierten Haut durch leichtes Kratzen mit den Fingernägeln ausgelöst. Es handelt sich hier um einen Axonreflex, der an die trophisch-sensible Versorgung der Hautgefäße gebunden ist und von der sympathischen Gefäßinnervation unabhängig erscheint. Das Fehlen des Reflexerythems ist ein Lokalsymptom für die Degeneration der Hinterwurzelfasern unterhalb des Spinalganglions.

Als Dermographismus (Hautschrift) werden alle sichtbaren Änderungen der Blut- und Saftdurchströmung der Haut bezeichnet, welche infolge äußerer, mechanischer Reize zustandekommen. Im

Experiment wird der Dermographismus ausgelöst durch Beschreiben der Haut am Rücken oder an der Brust mit einem spitz-stumpfen Gegenstand (Stiel des Perkussionshammers). Dann werden Latenz bis zum Auftreten (in Sekunden) und

Dauer des Dermographismus beobachtet; sie hängen bei demselben Individuum und an der gleichen Körperstelle nicht von der Reizstärke ab, sondern stellen konstante, in der Konstitution begründete, Größen dar.

Nach MÜLLER machen sich bei allen dermatographischen Erscheinungen starke individuelle Unterschiede geltend, wobei nur sicher ist, daß sich Dermographismus auf saftreicher, glatter, zarter und junger Haut besser auslösen läßt als auf rauher, trockener und alter Haut. Gute Durchblutung und höhere Temperatur der Haut können Latenzzeit und Dauer der lokalen Reaktionen ganz erheblich verkürzen. Nach dem Grad der Reaktion wird unterschieden a) *Dermographia alba* (weiße, lokale Reaktion) nach leichten oder mittelstarken Hautreizen mit einer Latenzzeit zwischen 10 und 20 Sekunden entstehend und etwa 2—3 Minuten lang stehen bleibend. Diese *Dermographia alba* ist bei fast allen Menschen auslösbar. b) *Dermographia rubra* (rote, lokale Reaktion, „Nachröten“), bei stärkerem Reiz nach etwa 15 Sekunden auftretend und unter Umständen mehrere Stunden bestehen bleibend. Auch diese Dermographie läßt sich bei genügend starkem Reiz bei allen Menschen auslösen. c) *Dermographia elevata* (ödematöse Form). Urticariaartige Schwellung der Haut nach einer Latenzzeit von 1—2 Minuten. Ein nervös-bedingter Dermographismus ist, im Gegensatz zum lokalen, nicht an den Reizort oder dessen nächste Umgebung gebunden, sondern er reicht bis zu 6 cm und mehr über dessen Grenzen hinaus. Die Latenzzeit für diesen Dermographismus beträgt 5—30 Sekunden, seine Dauer  $\frac{1}{2}$  bis 5 bis 10 Minuten, wobei der Einfluß der äußeren Temperatur im Gegensatz zu den lokalen Reaktionen innerhalb weiter Grenzen (5—35°) ziemlich gering ist. Psychische Faktoren können jedoch von deutlich hemmender oder fördernder Wirkung sein.

Auch Abkühlungsversuche können wertvolle Hinweise bei Konstitutionsuntersuchungen geben. Die einfachste Reaktionsprobe in dieser Hinsicht ist die Eisreaktion. Dabei wird nach LEHMANN-HÄBERLIN ein Stück Eis 3 Sekunden lang auf die Brusthaut aufgelegt und die Latenzzeit wird bis zum Auftreten der Nachrötung gemessen.

Feiner dosiert und auch genauer ausgearbeitet als die Eisreaktion, zugleich aber umständlicher zu handhaben ist der cutane lokale Abkühlungsversuch (nach IPSEN).

Technik: Ein kleiner Blechbehälter mit einer Grundfläche von 10 qcm und einer Höhe von 6 cm, mit 50 ccm kalten Wassers von 12—14—15° gefüllt, wird für 10 Minuten auf die zu untersuchende Hautstelle, in der Regel auf die rechte Brustseite seitlich des Sternum zwischen dritter und fünfter Rippe gestellt. Vor Beginn der Untersuchung muß der Patient etwa 20 Minuten mit aufgeknapftem Hemd auf dem Sofa liegen, um einen Ausgleich der Hauttemperatur gegenüber der Zimmertemperatur abzuwarten. Dann wird die Ausgangstemperatur an der Hautstelle bestimmt und weiter der Wasserbehälter für 10 Minuten auf die vorher markierte Stelle gestellt. Nach 10 Minuten wird die Hauttemperatur bestimmt und zwar zunächst jede Minute, 5 Minuten lang, dann nach

Hw.Z.

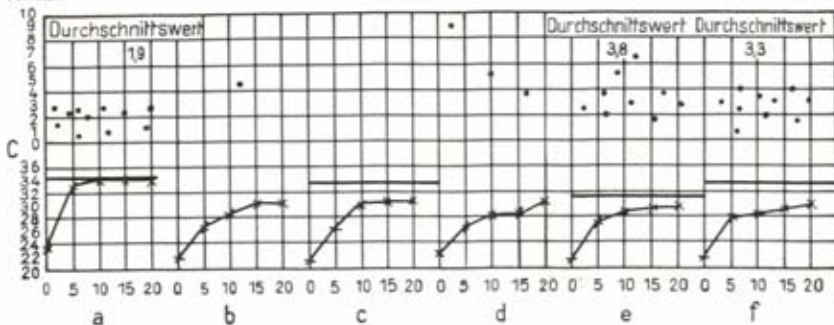


Abb. 283. Graphische Darstellung der Halbwertzeiten mit Beispielen des Kurvenverlaufes bei einzelnen Krankheitszuständen (nach von PHILIPSBORN). a Überfunktion der Schilddrüse, b Unterfunktion der Schilddrüse, c Neuropathie, d Arteriosklerose, e Zustand nach Diphtherie, f Nephritis.



10 Minuten, 15 Minuten und 20 Minuten seit Beginn der Messung, insgesamt also für 20 Minuten. Zur Messung der Hauttemperatur dient ein Zeigergalvanometer der Firma HARTMANN & BRAUN, Frankfurt a. M., und ein Thermoelement nach PFLEIDERER und BÜTTNER (Prof. Dr. PFLEIDERER, Kiel, Universität). Nach BAYER und v. PHILIPSBORN ist die Zeit, in der die Hälfte der unmittelbar nach der Abkühlung bestehenden Temperaturdifferenz überwunden ist, die sogenannte Halbwertszeit, von charakteristischer Beschaffenheit. Bei normalen gesunden Menschen liegt diese Halbwertszeit um 3 herum (2,5 bis 3,5 Minuten) (Abb. 283).

Nach den ersten Untersuchungen IPSSENS steigt an den verschiedenen Körperstellen die Hauttemperatur, die unmittelbar nach dem Versuch nahe der Wassertemperatur liegt, meist in den ersten Minuten steil an. Nach 10 Minuten ist die Haut unter normalen Verhältnissen noch nicht so warm wie zu Beginn des Versuchs, in der Regel 2–3° darunter. Es dauert oft über eine Stunde lang, bis die Hauttemperatur den Ausgangswert vor dem Versuch wieder annähernd erreicht. Doch gilt dieser langsame Anstieg (nach FOGED) nicht für Hände und Gesicht, wo die Temperatur rasch, im Laufe von 5–6 Minuten, bis zur Anfangstemperatur und sogar darüber ansteigt. Nach BAYER und v. PHILIPSBORN ist diese schnelle Wiedergewinnung der Ausgangstemperatur bei Kindern bis zum 13. Lebensjahr auch an der Brust anzutreffen.

Der Cantharidinversuch nach KAUFFMANN prüft die Reaktionslage speziell des aktiven Mesenchyms, soweit es in der Haut lokalisiert ist, durch eine künstlich gesetzte Entzündung von unspezifischem Charakter. Diese Entzündung wird durch Cantharidenpflaster erzeugt.

**Technik des Cantharidinversuches:** Ein quadratisches Stück Emplastrum Cantharidum d'ALBESPEYRES (mit 30 % Cantharidin, d. i. bis 25 % Cantharidin gehalt der Canthariden = 0,21 % Cantharidin) von immer gleicher Größe (1,5 cm Seitenlänge) wird, nachdem es morgens angelegt wurde, genau 22 Stunden lang auf der Unterschenkelhaut getragen, wodurch eine Blase entsteht, deren Inhalt auf den Zellgehalt pro cm untersucht wird. Aus dem zentrifugierten Sediment wird ein Zellausstrich gefärbt, der differenziert wird, einesteils in die polymorphkernigen Zellen und andererseits in die sogenannten Lympho-Histiocyten, das sind ungranulierte basophile Zellen. Diese letztere Gruppe enthält vorwiegend Zellen mesenchymaler Herkunft, deren Zahl und Verteilung in Bezug auf die Reaktionsfähigkeit des Organismus ausgewertet werden können. Das gleiche gilt für den Eiweißgehalt des Blaseninhalts. Der Patient muß während des Versuchs absolute Bettruhe einhalten, erhält weiter weder chemische noch physikalische Therapie und bekommt eine möglichst indifferente Kost ziemlich monotonen und gleichmäßiger Zusammensetzung, in der Regel Rohkost.

WUHRMANN und INNITZER haben den Versuch geprüft bei Gesunden, ferner nach 1. heißem Vollbad von 39°, 2. Ganzdiathermie, 3. Fangopackung, 4. Teilglühlichtbad des Oberkörpers. Als Normalwerte ergaben sich ein Blaseninhalt von etwa 0,3 cm, Zellzahl pro cmm 2 000–11 000, Lymphohistiocyten (ungranulierte basophile Zellen) 6–10 %. Bei Kranken zeigen sich 2 Reaktionstypen, die als Typus I und Typus II beschrieben werden. Der Typus I nach KAUFFMANN ist charakterisiert durch eine starke Zunahme der Zellzahl, bedingt durch eine Vermehrung der Polynukleären. Erst nach Abklingen der Neutrophilie kommt es zur Vermehrung der Lymphohistiocyten und meist erst noch später zur Vermehrung der Eosinophilen. Typus II zeigt primär eine lymphohistiocytäre Reaktion bei unveränderter oder verhältnismäßig nur wenig vermehrter Gesamtzahl. Er stellt also gleichsam den 2. Teil des Ablaufs einer Kurve nach Typus I dar. Starke akute Reize — die Intensität ist aber relativ zur momentanen Widerstandskraft des Organismus — führen meist zu Typus I, relativ schwache Reize, mit denen der Organismus ohne weiteres fertig wird, zum Typus II. Doch gibt es gewisse Ausnahmen.

Zur Darstellung und Messung von Resorptionsvorgängen hat sich der Fluorescein-Resorptionstest bewährt. Diese Methode, bei der nach Injektion von Fluoresceinnatrium (10%) dessen Resorptionsausdehnung bis zum völligen Verschwinden photographisch unter Ultraviolettlicht genau dargestellt werden kann, eignet sich für die Untersuchung über Kapillar- und Lymphstromverhältnisse.

**Methodik:** 0,01 bis 0,03 cm<sup>3</sup> einer 10%igen Fluoresceinnatriumlösung werden intrakutan (mit fein graduierter Tuberkulinspritze und feinsten Nadel) injiziert und unter Beleuchtung mit Ultraviolettlicht (schwache Handlampe) beobachtet und fotografiert (s. Abb. 284). Zunächst erscheint eine dicke Quaddel mit dunklem Zentrum und



hell leuchtendem gelb-grünlichem Saum, von dem aus im Verlauf der Resorption ein immer breiter werdender unregelmäßiger Hof sich ausdehnt. Als Injektionsstelle eignet sich im allgemeinen die Streckseite des Unterarms am besten. Für Untersuchungen, die auf den chemischen Isotonus der umgebenden Gewebe Rücksicht nehmen müssen (die Lösung von 10 % Fluorescinnatrium entspricht nicht den isotonischen Verhältnissen der Gewebsflüssigkeit), kann die Injektionslösung noch weiter verdünnt werden mit physiologischer Kochsalzlösung. Es ist ratsam, möglichst kleine Mengen ( $0,01 \text{ cm}^3$ ) zu injizieren, da die völlige Resorption sonst zu viel Zeit in Anspruch nimmt (bei  $0,05 \text{ cm}^3$  über 5 Stunden). Für Meßzwecke kann ein mit Leuchtfarbe bestrichener Millimeterstab mitfotografiert werden. Meist ist es aber völlig ausreichend und wegen der gleichzeitigen Festlegung der Uhrzeit praktischer eine Armanduhr mit Leuchtziffern, deren Länge als Vergleichsmaßstab dient, mit zu fotografieren (Abb. 284).

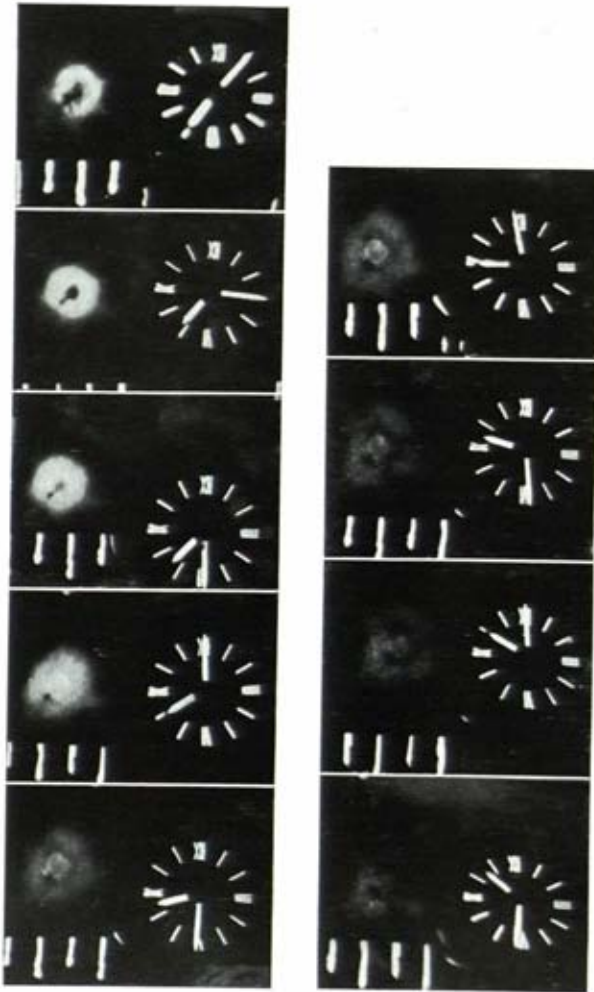


Abb. 284. Injektion von  $0,05 \text{ cm}^3$  Fluorescin-Natrium 10 %ig intrakutan. Maßstab: Strichabstand 5 mm; Uhr: Ziffernlänge 3 mm (nach ZEHNDER).

An Stelle des Fluorescins kann man für die Prüfung der Resorptionsfähigkeit auch mit radioaktiv markierten Substanzen arbeiten. HILLER, STRAUSS und JAKOB gingen dabei folgendermaßen vor: Der

Versuchsperson wurde subcutan oder intramuskulär (in 2 cm Tiefe) eine Quaddel von 0,2 ml physiologischer Kochsalzlösung gesetzt. Die Injektionsstelle lag 6 cm über dem oberen Patellarrand, im unteren Drittel des M. quadriceps femoris. Die Injektionsflüssigkeit enthielt jeweils 30 Mikro-C trägerfreies  $J^{131}$ . Die Injektionsflüssigkeit ist damit radioaktiv, die Menge der von der fast punktförmigen Quelle abgegebenen Strahlung ist der in dem untersuchten Gebiet vorhandenen Flüssigkeit proportional. Je nach der Resorptionsgeschwindigkeit und derjenigen des Abtransportes der injizierten Flüssigkeit erhält man Kurven mit unterschiedlichem Aktivitätsabfall. Wichtig ist dabei für die exakte Bestimmung der Aktivitätswerte eine gute Abstimmung (Optik) des GM-Rohres. Die Resorptionsgeschwindigkeit läßt sich definieren entweder durch den Potenzexponenten  $X$  selbst (nach der Gleichung  $C_t = A_0 e^{-Xt}$ , da der Aktivitätsabfall = Resorption einer injizierten Flüssigkeitsmenge einer Exponentialfunktion gehorcht) oder durch eine mit ihm in Beziehung stehende Größe

$$HWZ = 0,493/x,$$

die als Halbwertszeit der Resorption bezeichnet wird. Diese Größe (ausgedrückt in Minuten z. B.) ist das Merkmal, mit dem man rechnet (Durchführung einer Varianzanalyse bei HILLER et al.).

Die Resorptionsverhältnisse der Hautoberfläche und ihr Neutralisationsvermögen. Die sog. Hautresorption hat Bedeutung für die praktische Medizin; die Aufnahme von Arzneistoffen über die Haut aus Salben oder bei der Badebehandlung aus dem Wasser läßt sich nur durch die Prüfung der individuellen Resorptionsfähigkeit der Haut erfassen. Exakte Ergebnisse lassen sich dabei aber nur über komplizierte Methoden erzielen. Meist geht man im Prinzip so vor, daß man auf die Haut Stoffe aufbringt (oder analog das Badewasser mit ihnen versetzt), die durch radioaktive Isotope markiert sind. Gemessen wird dann in bestimmten zeitlichen Abständen die Ausscheidung dieser Isotope durch den Urin. Entsprechend kann man verfahren, indem man chemische Stoffe auf die Haut aufbringt, die sich nicht zersetzen und deshalb vom Organismus wieder unverändert ausgeschieden werden und dann nachgewiesen werden können.

BÖNI, GÜBELI, LOTMAR und WIESENDANGER gingen folgendermaßen vor: 200 Liter Badewasser enthielten 177 gr radioaktiv markiertes Natriumsulfat mit einer Gesamtstrahlung von etwa 10 mC; die Zahl der radioaktiven Impulse betrug pro Liter rund 1 Million/Minute ( $1 + 10^6$  cpm). Die Versuchsperson blieb 45 Minuten im Bad. An den folgenden 4 Tagen wird die gesamte Harnmenge der VP abgeliefert, später dann nur noch Teile. Zum Nachweis der Radioaktivität des Harns können die üblichen Methoden benutzt werden (Flüssigkeitszählrohr, Stirmfensterzählrohr usw.). Durch Umrechnung lassen sich die Mengen an resorbiertem Stoff bestimmen. Die oben genannten Autoren konnten z. B. errechnen, daß etwa 2—3% der die Haut benetzenden Substanzmengen resorbiert wurden.

Will man nicht mit radioaktiven Stoffen arbeiten, dann muß man schwerwiegende Fehlerquellen in Kauf nehmen. Bleibt der zu prüfende Stoff weitgehend unverändert, dann kann man ihn chemisch nachweisen und über eine einfache Bilanzierung den Anteil der resorbierten Menge rechnerisch bestimmen. Die Methoden zum Nachweis des einzelnen Stoffes variieren je nach dessen Eigenart; auf die spezielle Literatur wird hierzu verwiesen. Für das Aufbringen der Stoffe auf die Haut bedient man sich dagegen einheitlich immer wieder der im Prinzip gleichen Methoden: Feste und unlösliche Stoffe werden mit einem neutralen Mittel (etwa einer Salbe oder Paste) in jeweils gleicher Menge auf gleichgroße Hautflächen aufgebracht. Flüssige Stoffe bringt man in einen Glasrezipien-

ten, der mit seinem geschliffenen Rand auf die Haut aufgeklebt ist. Ein von BÜRGi angegebenes Modell einer solchen Glasglocke hat BANZHAF weiterentwickelt. Als Klebemittel verwende man das Emplastrum adhaesivum (n. HAGER's Handbuch der Pharmazie). Sobald der Rezipient aufgeklebt ist, füllt man ihn mit der genau abgemessenen und eingestellten Flüssigkeit (etwa einer zu prüfenden Säure) und beläßt ihn dann auf der Haut während der Dauer des Versuches. Nach Beendigung wird die Glasglocke unter Druck entleert und die Apparatur mit einer genau abgemessenen Menge von Aqua dest. nachgespült. Um die Menge des resorbierten Stoffes nachzuweisen, wird entweder die Ausscheidung im Urin geprüft oder es wird der ausgespülte Rest (etwa durch Titration) untersucht. Speziell mit dem letzteren Verfahren kann man nachweisen, ob bestimmte Stoffe (z. B. Säuren oder Laugen) durch die Haut verändert werden; die Säureneutralisationsfähigkeit der Haut läßt sich so prüfen (BANZHAF).

Einfachere und weniger zeitraubende Verfahren, die indes aber nur gröbere Ergebnisse zeitigen, sind für die Säure- und Alkalineutralisation der Haut angegeben worden.

Nach BURCKHARDT geht man zur Messung des Neutralisationsvermögens der Haut und ihrer Reserven an Puffersubstanzen gegen verdünnte Alkalien folgendermaßen vor: Auf die Prüfstelle am Vorderarm oder Rücken wird aus einer Pipette, die pro  $\text{cm}^3$  32—36 Tropfen abgibt, ein Tropfen einer frisch zubereiteten 1/80 n-Natronlauge aufgetropft. Mit einer gleichen Pipette wird ein Tropfen alkoholischer Phenolphthaleinlösung zugegeben. Die beiden Tropfen werden mit einem Glasprisma zugedeckt und durch Schaukelbewegung mit der Haut in guten Kontakt gebracht. Alle 30 Sekunden wiederholt man die Schaukelbewegung. Die Zeit bis zur Entfärbung der Flüssigkeit, d. h. die Neutralisation bis zu einem  $\text{pH} = 8,3$ , wird notiert. Auf demselben Hautstück werden nacheinander 10 solcher Messungen durchgeführt. Während die ersten Messungen nicht mehr als einige Sekunden dauern, steigt die Neutralisationszeit der folgenden Messungen auf Minuten an. Folgende Gruppeneinteilung kann man anhand der Ergebnisse vornehmen:

Gruppe A (rasche Neutralisation): Keine der 10 Messungen benötigt mehr als 5 Minuten.

Gruppe B (mittlere Neutralisation): Eine oder mehrere Messungen dauern länger als 5 Minuten, jedoch nicht länger als 7 Minuten.

Gruppe C (langsame Neutralisation): Eine oder mehrere Messungen benötigen mehr als 7 Minuten.

Zur Bestimmung der Säureneutralisation hat SCHUPPLI folgende einfache Methode angegeben: Als Indikator verwendet man Bromphenolblau, das bei einem  $\text{pH}$  unter 3,6 einen gelben Farbton zeigt, während es bei  $\text{pH}$  3,6 in ein intensives Blau übergeht. Der Farbumschlag kann leicht abgelesen werden. Zur Durchführung der Untersuchung stellt man zuerst eine HCl-Verdünnungsreihe von 0,05 bis 1,0% her, wobei die Konzentration stets um 0,05% ansteigt. Je  $4 \text{ cm}^3$  der einzelnen Verdünnungen wird  $1 \text{ cm}^3$  der 3% wäßrigen Bromphenolblaulösung beigegeben. Von jeder Stufe dieser Verdünnungsreihe wird 1 Tropfen auf die Haut aufgebracht und mit einem Glasprisma von 1,5 : 1 cm Fläche während einer Minute fest aufgedrückt. Dann wird kontrolliert, welche Fläche eben noch blau gefärbt ist. Wird z. B. eine 0,25%ige Salzsäure bis zum  $\text{pH}$  von 3,6 neutralisiert, dann bezeichnet man dies als SN 0,25. Das Säureneutralisationsvermögen ist bei Gesunden weitgehend konstant; Werte von maximal 0,45 werden gefunden (SCHUPPLI).



**Messung der Kapillarresistenz:** Recht genaue und reproduzierbare Werte erhält man mit dem Kapillarrestitonometer (Firma JUNGHANS, Zürich): Eine elektrische Saugpumpe erzeugt über der zu prüfenden Hautstelle ein Vakuum, das eine Minute zur Einwirkung kommt. Die Einstellung des gewünschten Unterdruckes wird durch bestimmte Ventile garantiert, die Messung der Zeit erfolgt durch eine elektrische Uhr. Als Kapillarresistenz gilt der Grenzwert des Unterdruckes, bei dem nach einer Minute Saugdauer unter dem zentralen Teil der Saugglocke 1—4 Petechien auftreten. Auf den gleichen Prinzipien beruht ein sehr handliches, aber nicht elektrisch betriebenes Gerät „Vasotest“ (Fa. HENKE, Tuttlingen).

Die Messung der Hauttemperatur wird hauptsächlich mit Thermoelementen aus technischem Thermoelementdraht vorgenommen. Die Thermolötstelle soll dabei möglichst punktförmig sein. Die Elemente werden mit möglichst gleichem Druck auf die Haut aufgeklebt oder aufgesetzt; in besonderen Fällen ist die intrakutane Anwendung von Thermoindeln üblich, um eine direkte Einwirkung der Umgebungstemperatur auf die Lötstellen zu vermeiden. Die Thermoströme werden durch die Ausschläge eines niederohmigen Galvanometers beobachtet. Die technische Ausführung der Hautthermometer ist recht unterschiedlich. Es gibt Geräte, bei denen die Ausschläge des Meßinstruments direkt beobachtet und registriert werden, bei anderen Geräten findet eine fotomechanische Registrierung auf Papier statt. Unter Umständen kann durch Uhrwerkschaltung die Messung verschiedener Meßstellen geschaltet werden.

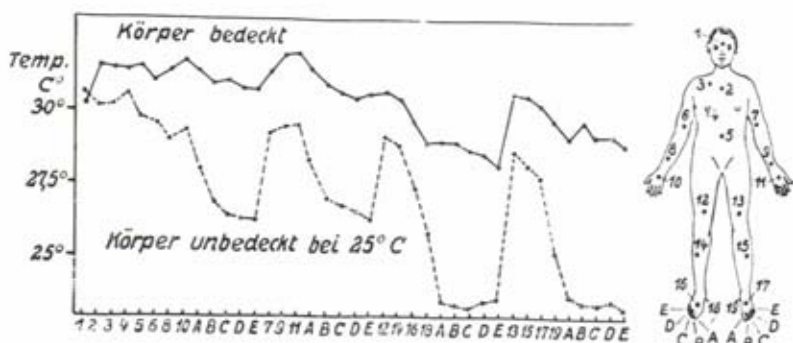


Abb. 285. Ungefähre Hauttemperatur verschiedener Körperstellen (nach COLLIER und MADDOCK).

**Durchführung der Untersuchung:** Die klinische Untersuchung wird am entspannt liegenden Patienten durchgeführt. Während der Messung soll die Raumtemperatur gleichbleibend 20° C betragen. Um Wärmeverluste zu vermeiden, deckt man den Körper bis auf die Meßstelle zu. Zur Aufhebung des Vasomotorentonus kann ein Heizlichtbügel verwendet werden, der dem Rumpf eine gleichmäßige Temperatur von etwa 50° zuführt.

Die Vasomotorenreaktion auf thermische Einflüsse, der sog. vasomotorische Gradient, ist an den Extremitätenspitzen am deutlichsten. Dort wiederum reagieren die Außenseiten des kleinen Fingers und der 5. Zehe am empfindlichsten. Die normale Vasomotorensteuerung sorgt außerdem für eine gleichstarke Erwärmung symmetrischer Hautstellen. Abb. 285 gibt eine Übersicht über die Hauttemperatur an verschiedenen Stellen der Körperoberfläche. Es empfiehlt sich, symmetrische Hautpunkte zu messen.

In der Hauttemperatur besonders entlang den Extremitäten zeigen die verschiedenen Untersuchungspersonen ein unterschiedliches Verhalten: So kann man z. B. bei der Hauttemperaturmessung an der oberen Extremität drei Reaktions-

typen voneinander abgrenzen: Bei erhöhtem Vasomotorentonus sinkt die Hauttemperatur vom unteren Drittel des Unterarms bis zu den Fingerspitzen plötzlich ab (cold handed type = X, schon vorher kenntlich an kühlen Händen); ein gegensätzliches Verhalten findet man bei Individuen, deren Hände sich vorher gut warm anfühlen (hot handed type = Y). Die Linie Z zeigt den normalen Befund (Abb. 286).

#### Häufiger benutzte Meßgeräte:

**Thermoelement nach PFLEIDERER und BÜTTNER:** Das Gerät ist zweiteilig und dadurch etwas unhandlich. Das Thermoelement hat eine Einstellzeit von 6 Sek.; ein Nachteil ist das „Kriechen“ (langsameres Wandern des Zeigers nach der ersten Einstellung).

**Das thermomagnetische Meßinstrument nach HEIDENWOLF** ist vor allem für Reihenuntersuchungen vorteilhafter: Es handelt sich um ein temperaturunabhängiges Ferromagnetikum, das je nach der Temperatur in unterschiedlichen magnetischen Zustand versetzt wird. Dieser Zustand wird umgesetzt in eine mechanische Anzeigevorrichtung. Das Gerät ist handlich (etwas über Taschenuhrgröße), die Einstellzeit beträgt 2 Sek. Ein Nachteil ist die Lageabhängigkeit: Es ist bei der Messung möglichst eine horizontale Lage des Meßgeräts einzuhalten. Große Temperatursprünge sind zu vermeiden, ebenso die Reibungswärme durch Hin- und Herschieben des Geräts auf der Haut. Die Ablesegenauigkeit beträgt  $0,25^{\circ}\text{C}$ .

#### Der Hautwiderstand:

Durch die Hautfeuchtigkeit stehen die Schweißdrüsenzellen in elektrolytisch-leitender Verbindung zur Hautoberfläche. Da die Schweißdrüsen in ihrer Tätigkeit von vegetativ-nervösen Erregungen entscheidend gesteuert werden, kann man mit elektrophysikalischen Me-

#### Hauttemperatur - Obere Extremität normale Individuen.

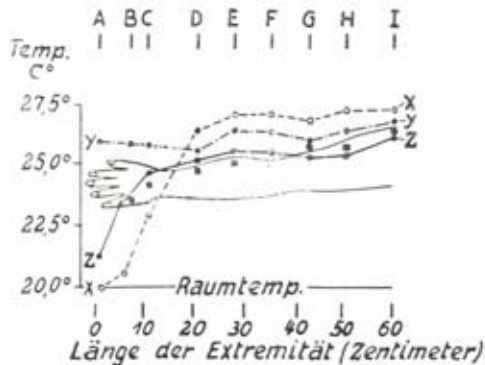


Abb. 286. Hauttemperaturkurven normaler, oberer Extremitäten. Solche Hauttemperaturkurven ergeben sich, wenn man verschiedene Individuen mit nur leichter Bedeckung des Rumpfes eine Stunde lang einer Zimmertemperatur von  $20^{\circ}\text{C}$  aussetzt. Zur Erklärung des verschiedenartigen Kurvenverlaufes wird eine unterschiedliche vasomotorische Reaktionsbereitschaft angenommen. Bei erhöhtem Vasomotorentonus (cold handed type = X, schon vorher kenntlich an kühlen Händen) sinkt die Hauttemperatur vom unteren Drittel des Unterarms bis zu den Fingerspitzen plötzlich ab. Einen gegensätzlichen Verlauf findet man bei Individuen, deren Hände sich vorher gut warm anfühlen (hot handed type = Y). Z = normaler Befund (n. WHITE u. SMITHWICK).

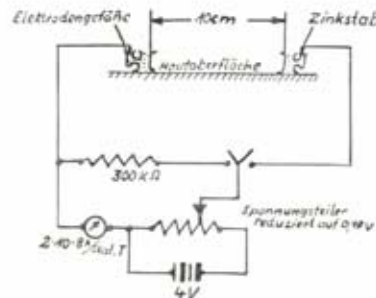
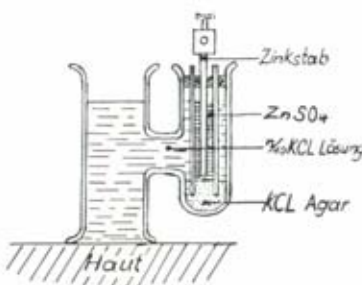


Abb. 287. System zur Ableitung des elektrischen Gleichstromwiderstandes der Haut (Methode nach REIN, modifiziert nach F. RUF).

thoden den Vorgang der vegetativ nervösen Erregung relativ erfassen. Dieser Erregungsvorgang geschieht in dreifacher Weise: Der Grundstrom der vegetativen nervösen Erregung bewirkt die normale Schweißsekretion und Hautdurchfeuchtung. Diesem Grundstrom überlagern sich reflektorische Vorgänge, die von vegetativ-nervösen Perzeptionsfeldern aus angeregt werden. Sie beeinflussen weniger die effektive Schweißbildung als den jeweiligen Aktionszustand der Schweißdrüsen. Auch seelische Erregungen werden auf vegetativ-nervösem Wege den Schweißdrüsen mitgeteilt. Dabei ändern sich kurzzeitig und oberflächlich die Membraneigenschaften der Zellen. Beobachtet werden nun bei der elektrischen Hautwider-

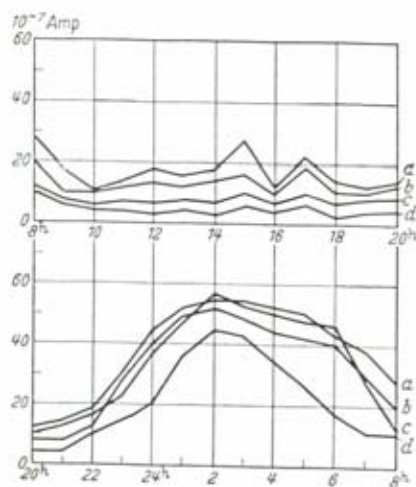


Abb. 288. Elektrodermatogramm a des Gesichts, b des Halses, c der Brust, d der Extremität (nach NESSWETHA).

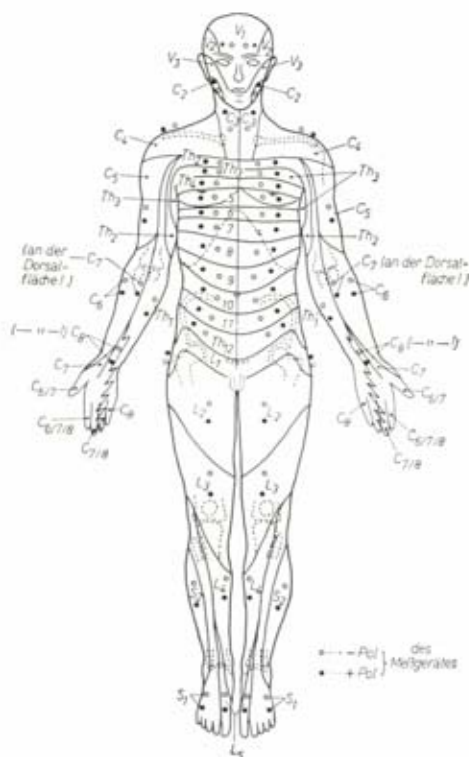


Abb. 289. Ventralübersicht des nach HANSEN abgeänderten Dermatom-Grenzen-Schemas. ● ○ Konventionell gewählte und präzise eingehaltene Meß-Elektroden-Lokalisation und Planung (nach GRATZL u. MARTIN).

standsmessung jeweils die elektro-physikalischen Äquivalenterscheinungen dieser verschiedenen vegetativ-nervösen Erregungsweisen. Vereinfachend kann man sagen, daß die sympathische Erregung an der Hautoberfläche zu einer Senkung des Gleichstromwiderstandes führt; eine parasympathische Situation, die sich ergibt durch die Aufhebung der sympathischen Innervation der Schweißdrüsen, führt zu einer Widerstandssteigerung.

Verschiedene apparative Einrichtungen sind für die Hautwiderstandsmessung geschaffen worden. Die Methode nach REIN, die von RUF modifiziert wurde (Abb. 287), besteht darin, daß eine Flüssigkeitselektrode auf die Haut aufgelegt



wird. Der Aufbau der Elektroden und die Schaltung der gesamten Apparatur ergibt sich aus der Abbildung 287.

Einfacher und handlicher ist die von REGELSBERGER angegebene Apparatur (SIEMENS-REINIGER, Erlangen).

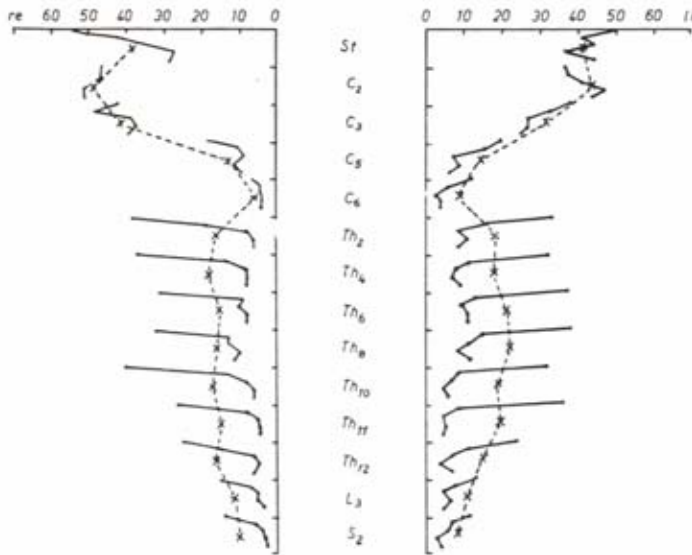


Abb. 290. Pat. S. P.; geb. 7. 8. 16; ♂; VEG vom 31. 10. 51, 14.10—15.00; Lungentuberkulose, Mittelwertskurve gibt zu hohe Werte wegen der hohen Anfangsmessung.

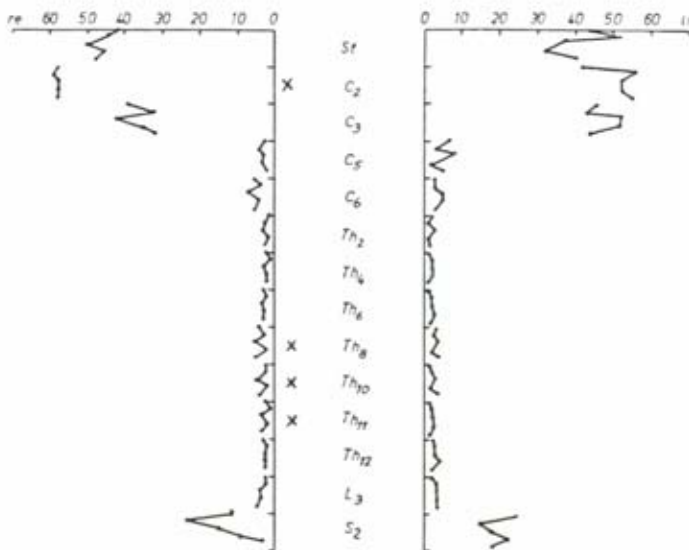


Abb. 291. Pat. Q. S.; geb. 13. 4. 10; ♂; VEG vom 2. 4. 52, 15.00—15.40; Ulcus duodeni (mit X gekennzeichnete Segmente). Mittelwertskurve würde die betreffenden Segmente verwischen. Atrophie der Unterschenkel und erhebliche Schmerzen über den Schulterblättern seit einer Botulinusvergiftung (nach GRATZL u. MARTIN).

Zur Untersuchung des Hautwiderstandes bringt man die beiden Elektroden in einem Abstand von 5–10 cm auf der Haut auf. Es wird bei der Apparatur nach REGELBERGER der Zeigerausschlag am Milliampereometer abgelesen, der sich nach kurzem Einspielen des Zeigers ergibt. Das später folgende Wandern des Zeigers (meist etwas niedrigerer Meßwert) bleibt unberücksichtigt. Der Hautwiderstand ist an den verschiedenen Stellen der Hautoberfläche recht unterschiedlich. Meist findet sich ein geringerer Widerstand an der Stirn und an den Handflächen (Abb. 288).

Nicht zu verwechseln ist die Hautwiderstandsmessung mit dem sog. galvanischen Hautreflex. Es handelt sich hier um eine kurzzeitige Senkung des Membranpotentials, die polarisatorische Kraft der Zelle wird dabei weniger verändert. Diese raschen Abläufe lassen sich mit Schnellschwingergalvanometern und biologisch geeigneten Verstärkern nachweisen.

**Meßpunkte:** Der Hautwiderstand kann an allen Punkten der Körperoberfläche gemessen werden. Je nach dem Ziel der Untersuchung kann man die Zahl und die Auswahl der Meßpunkte beschränken und variieren (Meßpunkte etwa entsprechend den HEAD'schen Maximalpunkten nach dem Schema S. 130; oder z. B. Messung des akralen Hautwiderstandes an den Seitenflächen der Fingerglieder n. BAITSCH). Bei der Erhebung des sog. Vegetonogramms (MARTIN und GRATZIL) sind folgende Regeln zu beachten: Die Versuchsperson liegt 10 Minuten in völliger Ruhe entkleidet auf einem Untersuchungsbett, sie wird mit einer Decke zugedeckt. Der Untersuchungsraum soll gleichmäßig geheizt sein; keine direkte Sonnenstrahlung auf den Patienten, keine optischen oder akustischen Reize. Nach 10 Minuten Ruhe erste Messung. Elektroden mäßig anfeuchten (keine nassen Flecke auf der Haut!), Abstand der Elektroden 2 Querfinger. Messung ventral innerhalb der Verlaufsrichtung der Dermatome, Anode distal, Kathode proximal. Normalerweise wird jedes zweite Dermatom erfaßt, bei besonders gelagerten Fälen keine Dermatome auslassen. Messung beginnt am Kopf, jeweils rechts und links fortschreitend bis zum Dermatom  $S_2$  (Meßpunkte in Abb. 289). Wiederholung der genannten Messung alle 10 Minuten, insgesamt 5mal, so daß die Messung in 50 Minuten abgeschlossen ist. Die ermittelten Meßwerte werden in ein graphisches System eingetragen, etwa entsprechend Abb. 290 und 291 (Millimeterpapier) oder rechnerisch (mathematisch) verarbeitet.

**Die Spannungskennlinie der Haut.** Während das Elektrodermatogramm im wesentlichen den scheinbaren Widerstand der Haut anzeigt, berücksichtigt folgendes Verfahren auch die Aufladezeit der Hautkapazität (JANTSCH und SCHUHFRIED): Von einer Spannungsquelle (Taschenlampenbatterie) wird mittels eines Spannungsteilers eine Spannung von einem halben Volt abgenommen und über einen Vorwiderstand von 1 M Ohm einer Taste zugeleitet. Durch Druck auf diese Taste wird an der Haut des Patienten ein Spannungsstoß verursacht. Der am Patienten auftretende Spannungsverlauf wird mit Hilfe eines EKG-Apparates aufgezeichnet. Diesem wird ein Widerstand von einigen Megohm vorgeschaltet, der die Aufgabe hat, eine Verfälschung der Meßwerte infolge eines nicht ausreichenden Eingangswiderstandes des EKG-Apparates zu vermeiden. Die Schaltung der Meßanordnung ergibt sich aus gegenüberstehendem Schema (Abb. 292).

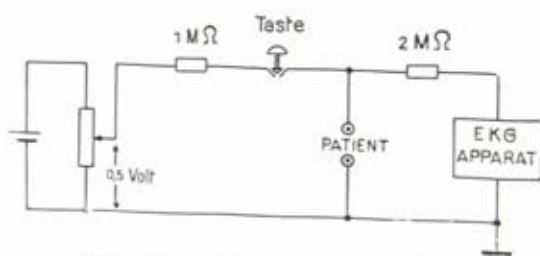


Abb. 292. Meßanordnung (nach JANTSCH u. SCHUHFRIED).

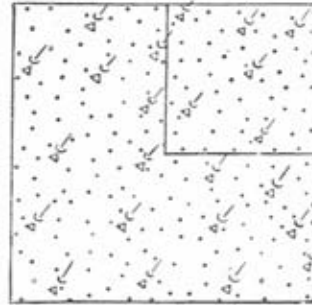
Die Aufgabe hat, eine Verfälschung der Meßwerte infolge eines nicht ausreichenden Eingangswiderstandes des EKG-Apparates zu vermeiden. Die Schaltung der Meßanordnung ergibt sich aus gegenüberstehendem Schema (Abb. 292).

Mit dieser Methode erfaßt man durch die Registrierung des zeitlichen Verlaufs der am Pa-

tienten auftretenden Spannung nicht nur den im Elektrodermatogramm gemessenen Hautwiderstand durch die Amplitude des Ausschlages, sondern auch die Kapazität der Haut durch die Anstiegsgeschwindigkeit der Kurve. Die Anstiegsgeschwindigkeit läßt sich leicht ermitteln durch die Zeitschreibung auf den EKG-Streifen.



Abb. 293. Stachelborste zur Aufsuchung und Schwellenbestimmung der Schmerzpunkte. Der Sinn dieser einfachen Vorrichtung ist der, daß ein feiner Distelstachel jeweils mit einer von der Derbheit des Haares abhängenden, ganz bestimmten Kraft in die Haut gestochen werden kann. Der mechanische Effekt ist dabei so gering, daß Berührungsempfänger noch nicht erregt werden (nach v. FREY).



◊ Druckpunkt = Schmerzpunkt

Abb. 294. Verteilung der Druck- und Schmerzpunkte auf der Haut der Volarseite des Unterarmes. Die Gesamtfläche beträgt 1 qcm (nach STRUGHOLD).

Messung der Schmerzstellen der Haut. Feinste punktförmige Schmerzreize lassen sich setzen mit den von FREY'schen Stachelborsten (Abb. 293 und 294).

Messung der Reizschwellen für Druck. Je nach Länge und Dicke der Reizhaare (M. v. FREY) können verschieden stark wirksame Reize ausgeübt werden. Die verschiedenen Stärken der Reizhaare sind geeicht. Die Druck- oder Berührungspunkte der Haut sind die Projektion der in der Tiefe liegenden nervösen Empfangsapparate auf die Oberfläche. Der Aufbau eines Reizhaares für die Messung der Reizschwelle ergibt sich aus der Abbildung (Abb. 295 u. 296).

Für Untersuchungen am Haar schließlich, wie Dehnbarkeit, Reißfestigkeit, zum Studium der Keratinstruktur, ihrer Änderung durch physiologische und pathologische Ursachen oder auch durch chemische Agentien, eignet sich eine von HIRSCH entwickelte Haar-Dehnungswaage (Fa. FUNK u. VATTER, München 56) (Abb. 297). Die Haar-messungen lassen sich auch für besondere Fragestellungen in Flüssigkeiten durchführen, indem die beiden Hebelarme mit dem festgeklebten Haar in einen Becher mit der entsprechenden Flüssigkeit gehängt werden.



Abb. 295. Reizhaar zur Aufsuchung der Druckpunkte und Bestimmung ihrer Reizschwellen (nach M. v. FREY).

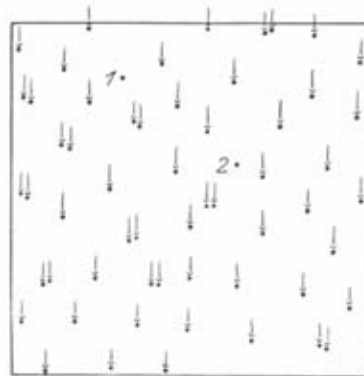


Abb. 296. Unterarm, Volarseite, Mitte. Anordnung der Druckpunkte (Haare), einzeln und paarweise innerhalb einer Fläche von 2 qcm. Austrittsstelle des Haares. 1 und 2 anscheinend haarlose Druckpunkte. (Nach STRUGHOLD.)



Neuerdings wurde zu der abgebildeten Waage noch ein Zusatzgerät zur Durchführung der sog. Rotationsmethode konstruiert, die nach HIRSCH einen Einblick in die molekulare Feinstruktur des Haares erleichtert.

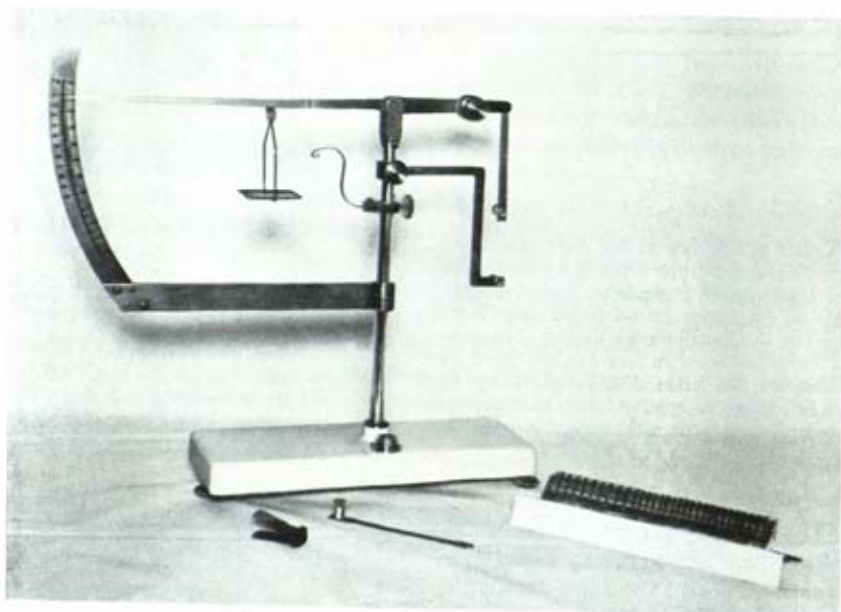


Abb. 297. Haardehnungswaage nach HIRSCH.

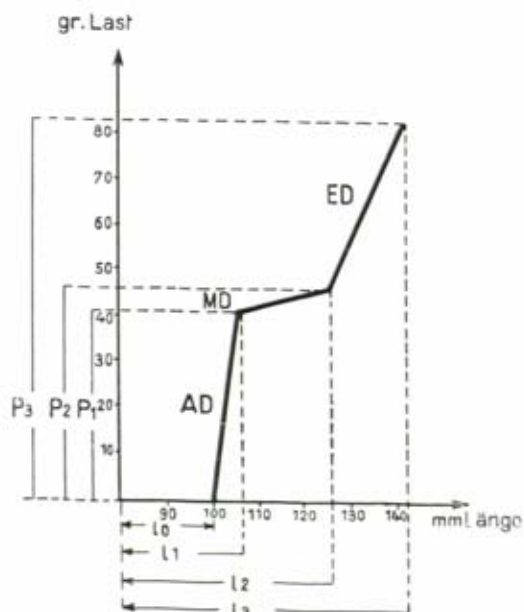


Abb. 298.

AD = Anfangsdehnung  
MD = Mitteldehnung  
ED = Enddehnung  
 $P_1$  = Proportionalitätslast  
 $P_2$  = Plastizitätslast  
 $P_3$  = Reißlast

Das am Ansatz abgeschnittene Haar wird mit seinem Anfangsteil (nicht Haarspitze!) in zwei Klemmen so eingespannt, daß der Zeiger auf 0 gerichtet ist. Dann belastet man die Waage mit 5 g (dabei den Zeiger durch Anpressen an die Skala arretieren, damit keine Erschütterung auf das Haar übertragen wird). Dann abwarten, bis das Haar sich etwa 20 Sekunden lang nicht weiter dehnt, was auf Grund der Bewegung des Zeigers beurteilt werden kann, dann Verlängerung des Haares ablesen und aufzeichnen. In der selben Weise steigend mit 5 g belasten. Die Dehnungszeiten nehmen zunächst zu, vor dem Reißpunkt wieder etwas ab, so daß die Messung eines Haares etwa  $\frac{1}{2}$  Stunde in Anspruch nimmt. Auf diese Weise erhält man eine Kurve (Abb. 298).

Die Anfangsdehnung wird nach der Formel

$$R_1 = \frac{L_1 \cdot 100}{L_0} \cdot \frac{1,00}{P_1}$$

die Kurve bis zum Mitteldehnungsende nach der Formel

$$R_2 = \frac{L_2 \cdot 100}{L_0} \cdot \frac{1,22}{P_2}$$

und der Reißpunkt nach der Formel

$$R_3 = \frac{L_0}{L_3 \cdot 100} \cdot \frac{P_3}{1,84}$$

charakterisiert. HIRSCH berechnet hieraus nach der Formel  $H_i = R_1 + R_2 + R_3 - 6$  den evtl. vorliegenden Schädigungsfaktor. Von Bedeutung sind insbesondere auch die

Mitteldehnungslänge

$$\pi = \frac{(L_2 - L_1) \cdot 100}{L_0} \quad [\%]$$

die Dehnbarkeit überhaupt

$$T = \frac{(L_3 - L_0) \cdot 100}{L_0} \quad [\%]$$

und die prozentuale Anfangsdehnung

$$A = \frac{(L_1 - L_0) \cdot 100}{L_0} \quad [\%]$$

## γ) Volumenbestimmungen

### 1. Die Plethysmographie

Volumänderungen von Extremitäten oder Organen lassen sich messen durch die luftdichte Einschließung in ein starres Gefäß, das leitend verbunden ist mit einer MAREY'schen Kapsel. Die Volumänderungen lassen sich so graphisch erfassen. Ein direkter Schluß auf die Durchblutung des Organes (vermehrte Durchblutung — größeres Volumen) ist nicht ohne weiteres erlaubt, da auch Stauungen mit Durchflußminderung eine Volumzunahme bewirken können (Abb. 299).

Für die Fingerplethysmographie hat sich folgendes Verfahren bewährt (GOETZ, SPECKMANN): Der entsprechend dem geringen Umfang des Fingers auch enge Glasplethysmograph wird auf den Finger aufgesteckt, die Abdichtung an der Fingerbasis gelingt leicht durch gefettete Mullstreifen. Die Wasserfüllung des Glasplethysmographen überträgt sich auf eine horizontal gelagerte Stabpipette von 2 ccm Fassungsvermögen und 0,02 ccm Gravierung; die Verschiebung des Wassermeniskus wird mit einer Punktlichtlampe auf dem Spalt eines Photokymographions abgebildet; durch ein optisches System wird eine 2—3fache Vergrößerung hervorgerufen. Die Wassersäule bewegt sich in der Stabpipette praktisch trägheitsfrei, wenn man die Innenfläche der Pipette mit einer Paraffinbenzollösung 1:10 ausspült.

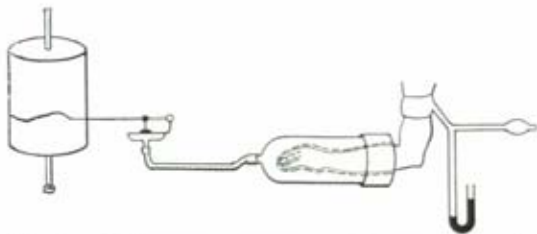


Abb. 299. Volumregistrierung von Extremitäten oder Organen (Plethysmographie). Das zu untersuchende Organ wird in ein starres Gefäß eingeschlossen. Bei einer Volumzunahme wird daraus Luft — oder auch Flüssigkeit — verdrängt und dadurch die „MAREY'sche“ Kapsel betätigt. Letztere ist eine durch elastische Membran verschlossene Kapsel. Durch die Ausbauchung der Membran wird der einarmige Schreibhebel gehoben. (Aus REIN/SCHNEIDER.)

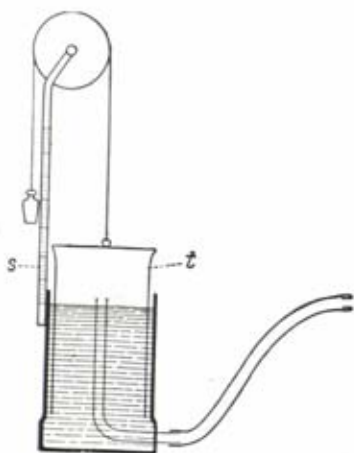


Abb. 300. Schema eines „Spirometers“. Die zylindrische, unten offene Spirometriglocke *t* ist durch ein Gegengewicht ausgeglichen und taucht in ein Wasserbad ein. Der Atemschlauch ist mit einer Röhre verbunden, welche bis über den Wasserspiegel führt. Nach entsprechender Eichung der Skala *s* kann man aus den Veränderungen des Glockenstandes Schlüsse auf die Menge der hinein- oder herausgeatmeten Luft ziehen. (Aus REIN/SCHNEIDER.)

## 2. Messung der Vitalkapazität

Die Menge der Luft, die bei der Atmung aktiv bewegt wird, beläuft sich auf rund 4500 ccm. Diese sog. Vitalkapazität ist abhängig von der Körpergröße. Relativ konstante Werte ergeben sich bei der Beziehungssetzung der Vitalkapazität auf die Körperoberfläche (pro 1 qm): Bei Männern liegt der Mittelwert um 2500, bei Frauen um 2000 ccm. Die Messung erfolgt mit dem sog. Spirometer, dessen Prinzip sich aus Abb. 300 ergibt.

Man kann für die Messung der Vitalkapazität natürlich auch Gasuhren oder ähnliche Apparate verwenden.

## b) Blutdruckmessung

Für anthropologische Zwecke kommt nur die unblutige Messung des Blutdruckes in Frage. Folgendes Prinzip (nach RIVA ROCCHI) hat sich durchgesetzt: Auf die Arteria brachialis wird durch äußerliche Manipulationen (z. B. Stau-manschette) ein steigender Druck gesetzt, bis proximal von der Druckstelle an der Arteria radialis der Puls nicht mehr zu fühlen ist. In diesem Augenblick ist der von außen ausgeübte Druck größer als der Druck in der Arterie. Durch entsprechende Meßgeräte (Quecksilbersäule, uhrförmiger Druckmesser mit Zeigerablesung, schreibende Geräte) kann der Druck quantitativ mit genügender Sicherheit bestimmt werden.

Zuerst wird das Verschwinden des Pulses bei aufsteigendem Druck festgestellt. Eine zweite Ablesung erfolgt beim Wiederauftreten des Pulses unter Ablassen des Druckes: Bei der ersten Ablesung ist der äußere Druck höher als der systolische Druck in der Arterie, bei der zweiten Ablesung ist er tiefer. Der diastolische Druck wird gemessen, indem man mit dem Stethoskop die Arteria cubitalis abhört: Übersteigt der von außen angesetzte Druck den diastolischen, dann wird nur der systolische Druck die Arteria cubitalis entfalten und passieren; in der Diastole klappt das Gefäß zusammen. Diese stoßweise Eröffnung führt zu einem typischen blasenden oder klappenden Geräusch über der Arteria cubitalis. Bei weiterer Drucksteigerung verschwindet dieses Geräusch, wenn der äußere Druck den systolischen Druck übersteigt.

Technik: Man legt dem Patienten die Gummimanschette des Apparates um den Oberarm und setzt peripher davon das Stethoskop auf die Cubitalarterie. Dann wird die Manschette mit dem Gebläse so aufgepumpt, daß die Arterie vollkommen komprimiert ist. Man hört unter solchen Umständen keinen Schall im Stethoskop. Bei langsamer Druckminderung in der Manschette tritt dann ein Ton auf, bei dessen erstem Eintreten die Höhe des systolischen Blutdruckes angegeben wird. Man kann die Höhe dieses Druckes auch ohne Stethoskop einfach, aber ungenauer, als Wiederauftreten des Pulses an der Peripherie tasten. Bei weiterer Druckminderung in der Manschette wird der Ton im Stethoskop zunächst stärker, dann aber plötzlich leiser und verschwindet zuletzt, wobei darauf zu achten ist, daß das Stethoskop auf der Cubitalarterie nur locker aufsitzt und es nicht drückt. Im Augenblick des Leiserwerdens des Tones im Stethoskop ist der diasto-



liche Blutdruck abzulesen. Zu beachten ist, daß gelegentlich zwischen systolischem und diastolischem Hörbefund eine „auskultatorische Lücke“ bestehen kann, die Täuschungen ermöglicht; die Manschette ist vor Beginn der Untersuchung stets stark aufzupumpen.

#### ε) Bestimmung der Druck- und Zugkraft der Hand

Zur Feststellung der Druckkraft der Hand dient das Dynamometer (Abb. 301). Es wird (Zeiger nach außen) in die Hohlhand genommen und mit aller Gewalt zusammengepreßt. Das Individuum muß dabei aufrecht stehen und Hand und Unterarm frei vom Körper halten. Man muß den Versuch mehrmals anstellen, da gewöhnlich erst nach einiger Übung richtige Resultate erreicht werden. Für Kinder und gelegentlich auch Frauen ist das gewöhnliche Dynamometer zu groß, um sich bequem in die Hand einzufügen. Man verwendet zu solchen Fällen daher ein kleineres Modell. Zur Prüfung einzelner Muskeln bestimmter Muskelgruppen sind Spezialdynamometer angegeben worden (CASTEX 1904).

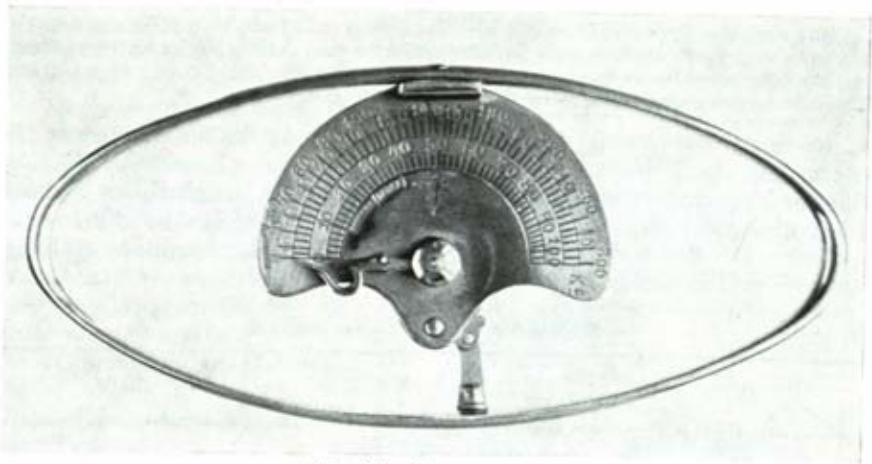


Abb. 301. Dynamometer.

Eine Feststellung der Zugkraft mit Hilfe des Dynamometers erfolgt in der Weise, daß man das Dynamometer (Skala dem Boden zugekehrt) quer vor das Individuum hinhält und dessen Mittelfinger in die Enden des Instruments einhaken läßt. Nun wird der größtmögliche Zug ausgeübt, wobei das Instrument nicht über das Kinn erhoben werden darf. Oder man befestigt das Dynamometer mittels einer Kette oder eines Seiles an einem im Fußboden oder auf einem Brett angebrachten Haken, so daß man bei gebeugtem Oberkörper gerade noch das Instrument mit beiden Händen fassen kann. Dann zieht man, sich aufrichtend, mit aller Kraft und liest an der Skala des Dynamometers den Wert der erreichten Zugkraft in kg ab.

Die verschiedenen Dynamometer scheinen nicht ganz gleiche, d. h. vergleichbare Werte zu ergeben. Sie sind vor dem Einkauf und von Zeit zu Zeit durch Anhängen von Gewichten zu kontrollieren.

#### ς) Vegetative Funktionen

Hier sind nur einige wenige Methoden herausgehoben.

## 1. Oculokardialer Reflex

Der Bulbusdruckreflex mißt mehr die potentielle Erregbarkeit des Herzvagus und die Empfindlichkeit des Herzens gegen vagale Einflüsse als den gesamten Tonus des neurovegetativen Systems. Ein stark positiver Reflex deutet auf eine vagale Übererregbarkeit hin, ein paradoxer Reflex kennzeichnet eine Übererregbarkeit des Sympathicus sowie einen wenig sensiblen Vagus. Das Prinzip des oculokardialen Reflexes ist Pulsverlangsamung durch Druck auf den Augapfel (DAGNINI, ASCHNER). Die Erregung des Reflexes verläuft über die vom Auge ausgehenden sensiblen Fasern des Trigeminus zum Rhombencephalon und gelangt von hier über die kardialen Fasern des Vagus zum Herzen.

**Durchführung des Testes:** Liegende Versuchsperson in Ruhe, außerhalb der Verdauungsphase; Prüfen des Pulses auf Regelmäßigkeit. Mit Daumen und Zeigefinger derselben Hand wird dann auf die geschlossenen Augenlider (beidseits) der Versuchsperson gedrückt. Die Stärke des Drucks soll schnell gesteigert werden, bis die Schmerzgrenze erreicht ist. Der Bulbusdruck soll mindestens 30 Sekunden aufrechterhalten werden, wenn man alle positiven Fälle erfassen will. Der Versuch ist sofort zu unterbrechen, sobald die Herzstätigkeit mehr als vier bis 5 Sekunden aussetzt. Kontrolle des Pulses vor und während des Versuchs. Besser jedoch elektrokardiographische Registrierung des Reflexes: Über das Elektrokardiogramm kann man nicht nur den Pulsrhythmus verfolgen, sondern auch die Latenzzeit bis zum Auftreten der ersten verlängerten Diastole, die Dauer der längsten diastolischen Pausen, das Erscheinen eventueller Überleitungsstörungen sowie heterotoper Reizbildungen.

Normalerweise erfolgt im Versuch Verlangsamung des Sinusrhythmus, Verlangsamung der Reizüberleitung und Verminderung der Herzkraft. Bei einem Teil der Versuchspersonen kommt keine Änderung des Herzrhythmus zustande, gelegentlich wird eine Beschleunigung beobachtet (paradoxe Reflex). In nachfolgenden Tabellen findet sich eine Zusammenstellung der verschiedenen Ergebnisse des oculokardialen Reflexes und ihrer Wertung:

Ausfall des oculokardialen Reflexes

Puls	Elektrokardiogramm	Reflex
Beschleunigung	Beschleunigung	umgekehrt oder paradox
keine Änderung	keine Änderung	negativ od. „indifferent“
Verlangsamung des Pulses um 1–5/Min.	Verlangsamung des Sinusrhythmus	schwach positiv
Verlangsamung des Pulses um 6–12/Min.	Verlangsamung des Sinusrhythmus	normal positiv
Verlangsamung des Pulses um mehr als 12/Min.	Stärkere Verlangsamung des Sinusrhythmus, evtl. Block und frühzeitig einsetzende Kammerautomatie	stark positiv
Extreme Verlangsamung oder Herzstillstand während mehrerer Sekunden	Sehr starke Verlangsamung des Sinusrhythmus, evtl. Block mit verzögert einsetzender oder fehlender Kammerautomatie	sehr stark positiv

## 2. Kopfsenkversuch

Der Kopfsenkversuch dient zur Feststellung vor allem von neurozirkulatorischen Störungen.

Er wird in folgender Form durchgeführt: Zunächst wird der Puls beim stehenden Probanden bestimmt, wobei darauf zu achten ist, daß dieser bereits eine gewisse Zeit

gestanden hat, da der Puls nach plötzlichem Aufstehen schon irritiert sein kann. Auf ein Kommando, etwa „jetzt“, wird nach Auszählen des Viertelminutenpulses vom Probanden in vorher genau beschriebener Weise ziemlich schnell der Kopf unter gleichzeitiger Rumpfbeugung auf eine bestimmte Tiefe gesenkt, er bleibt hier wiederum eine Viertelminute. Als Anhaltspunkt für die geeignete Tiefe der Kopfsenkung dient (bei gut proportioniertem Körperbau) eine gedachte Horizontale, die bei aufrechter Körperhaltung von einem Punkt etwa drei Querfinger unterhalb der Brustwarzen ausgeht. Nach Auszählen des Viertelminutenpulses während der Kopfsenkung darf auch der Proband sich wieder aufrichten.

Beim Gesunden erfolgt weder während der 15 Sekunden dauernden Kopfsenkung noch nach Wiederaufrichten eine Veränderung, der Versuch fällt also „negativ“ aus. Beim Vorliegen von Dysregulationserscheinungen lassen sich dagegen — je nach Lage des Falles — einzelne oder mehrere der folgenden Veränderungen feststellen:

A. Bei Kopfsenkung

1. Differenzen der Pulsfrequenz:

- a) Pulsverlangsamung
- b) Pulsbeschleunigung
- c) Mischfälle
- d) Regelrechte Arrhythmien

2. Verschlechterungen der Pulsqualität

- 1. Pulsveränderungen
- 2. Gesichtsnähröten

3. Adrenalin-Probe (Sympathicus-Test)

Morgens nüchtern werden Blutzucker und Leukozytenzahl bestimmt, daraufhin 1 mg Adrenalin s.c. (bei Frauen 0,75 mg) gegeben, ohne Berücksichtigung des Körpergewichts und der Konstitution. Weitere Bestimmungen des Blutzuckers und der Gesamtleukozytenzahl 15, 30, 45, 60, 90 und 120 Minuten nach der Injektion des Adrenalins.

Die Abb. 302 gibt den normalen Streuungsbereich bei der Adrenalinprobe an (punktiertes Feld). Der individuelle Regulationstypus läßt sich klassifizieren nach 4 Typen (n. WAWERSIK):

- 1. hyporegulatorischer Typus oder Starre-Typus
- 2. hyperregulatorischer oder Reiztypus
- 3. der paradoxe Typus
- 4. der ataktische Typus.

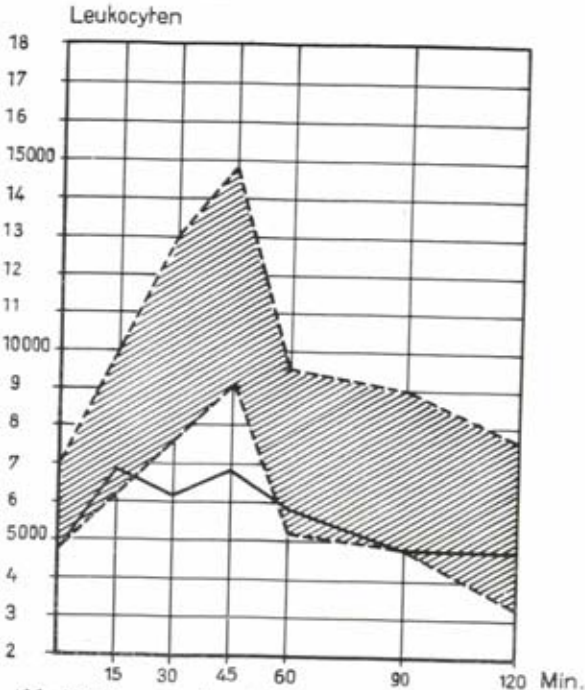


Abb. 302. Hyporegulatorischer Kurventyp (1,0 mg Adrenalin s.c.); Asthma bronchiale. Der punktierte Bereich gibt den normalen Streuungsbereich an.

(Nach A. STURM und F. WAWERSIK.)

Bei der Beurteilung der Kurvenläufe ist zu beachten, daß bei hohem Ausgangswert die Adrenalininjektion nur eine geringe Steigerung der Leukozytenzahl zur Folge haben kann, ohne daß deshalb eine hyporegulatorische Reaktion angenommen werden dürfte. Ähnliches gilt für die anderen Verlaufstypen. Es ist also grundsätzlich die vegetative Ausgangslage nach dem Ausgangswertgesetz von WILDER zu beachten.



Der Adrenalin-Belastungstest dient vor allem zur differentialdiagnostischen Abgrenzung der konstitutionellen oder psychogen vegetativen Störung (meist negative Tests) von den echten Funktionsausfällen bei Erkrankungen (meist positive Tests bei Regulationsstörungen infolge hypophysärer Kachexie, Nahrungsmangeldystrophie, Hungerödem, Thyreotoxikose oder Myxödem, Meningitis, Enzephalitis, Hypertonie und Asthma, Vergiftungen mit zentral angreifenden Stoffen wie Barbiturate usw.).

#### 4. Insulin-Probe (Parasympathicus-Test)

Morgens nüchtern Blutzuckerbestimmung, danach Insulin i.v., eine Einheit pro 6,5 kg Körpergewicht. Bestimmung des Blutzuckers in Abständen von 10, 20, 30, 40, 60, 90 und 120 Minuten nach der Verabreichung des Insulins.

Der normale Streuungsbereich der Blutzuckerkonzentration ergibt sich aus Abb. 303 (n. WAWERSIK).

Auch bei der Insulinprobe lassen sich 4 pathologische Kurvenläufe abgrenzen (vgl. Adrenalin-Probe). Die Insulinprobe soll frühestens 24 Stunden nach der Adrenalin-Probe vorgenommen werden.

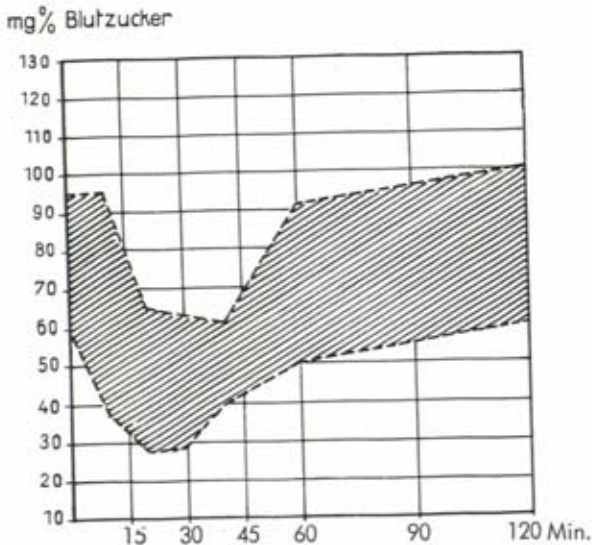


Abb. 303. Normaler Streuungsbereich der Blutzuckerkonzentration nach 1 I.E. Insulin/6,5 kg Körpergewicht i.v. (nach WAWERSIK).

Der Wert der Belastungsteste wird beeinträchtigt durch die Tendenz des vegetativen Nervensystems, bei jedem Vagusreiz gegenregulatorische adrenerische Mechanismen in Gang zu bringen, um auch unter den veränderten Verhältnissen wieder zu einem Gleichgewicht zu gelangen. Man muß sich darüber klar sein, daß solche Belastungsteste einen schwerwiegenden Eingriff in die Regulation bedeuten, die Reaktion eines Individuums kann unter Umständen nicht mehr als eine normale, sondern nur noch als Notfallsreaktion auf diesen schwerwiegenden regulatorischen Eingriff angesehen werden. Der Wert der Belastungsteste wird deshalb von vielen Seiten bestritten, sie werden als unphysiologisch gelegentlich sogar abgelehnt (vgl. DRISCHEL).

Eine Kombination von Adrenalin- und Insulinprobe stellt die Blut-Redox-Reaktion (MEIER) dar,

die mit der leeren und dann mit der Blutzuckerbestimmung nach Cystin-Cystein- und Adrenalinzugabe arbeitet.

Die Technik der Reaktion (Mikromethode) ist folgende:

1. Bestimmung des Blutzuckers nach HAGEDORN-JENSEN (0,1 ccm Blut) = Leerwert für die Reaktion.
2. Eine zweite frische Pipette wird mit Cystin-Cystein je 1:1000 in Aqua bidest. durchgespült und weiter wie bei 1. verfahren = C-Wert für die Reaktion.
3. Eine dritte frische Pipette wird mit Solutio adrenalini 1:1000 durchgespült und weiter wie bei 1. verfahren = A-Wert der Reaktion. Man erhält drei Werte:
  1. Leerwert = Blutzuckerwert,
  2. C-Wert nach Cystin-Cystein-Zugabe,
  3. A-Wert nach Adrenalinzugabe.

Beim Gesunden ergibt sich immer eine Reduktionswertsenkung nach Cystin-

Cystein-Zugabe, dagegen eine Reduktionswertsteigerung nach Adrenalinzugabe. Die Formulierung lautet: Blutzuckerwert (C-Wert) A-Wert = z. B. 105/69/137.

Es ist auffallend, daß beim Gesunden, also vegetativ Stabilen, trotz aller zugegebenermaßen großen methodischen Fehlerquellen die Ausschläge der C- und A-Werte nach unten und oben stets einander entsprechen. Man kann heute als feststehend annehmen, daß gesunde, also vegetativ stabile Menschen, selbst auf den Insult einer vollkommen unphysiologischen Injektion, wie 1 ccm Adrenalinlösung 1:1000, zwar mit einer Erhöhung der Blutzuckerwerte und entsprechendem Abfall der Serum-Calciumwerte antworten, sich jedoch die Spannung zwischen dem A- und C-Wert nicht ändert.

### 5. Traubenzucker-Belastungsprobe

Eine der wichtigsten Funktionsprüfungen des Inselorgans der Pankreas- und der vegetativ-innersekretorischen Regulationen, in denen es steht, damit des Gesamtsystems, ist die Traubenzucker-Belastungsprobe.

Die am wenigsten eingreifende ist dabei die perorale Traubenzucker-Belastung nach STAUB-TRAUGOTT, die wie folgt durchgeführt wird: Zweimal je 50 g Dextrose (Dextropur) werden in je 250 ccm Wasser oder deutschem Tee aufgelöst. Zuerst erfolgt eine Nüchternbestimmung des Blutzuckers bei der Versuchsperson. Dann werden 50 g Dextropur in 250 ccm Wasser peroral gegeben; die zweite Gabe erfolgt 90 Minuten nach der ersten. Blutzuckerbestimmungen werden im Abstand von 30 Minuten nach der ersten Gabe durchgeführt, sie erstrecken sich über einen Zeitraum von 4 Stunden; bei stark verzögertem Kurvenverlauf empfiehlt es sich, 1—2 Stunden mehr zu kontrollieren. Die Versuchsperson soll nüchtern sein, die Kost an den Tagen vorher soll einer gemischten Krankenhauskost entsprechen.

Die intravenöse Belastungsprobe soll beschränkt bleiben auf die Fälle mit gastrointestinalen Störungen.

Muß die Traubenzucker-Belastungsprobe bei ambulanten Versuchspersonen durchgeführt werden, dann lasse man diese einige Zeit vorher ruhen. Eine medikamentöse Beeinflussung ist auszuschließen durch vorheriges Absetzen aller Pharmaka. Bohnenkaffee, Tee sowie das Rauchen sind vor und während des Versuches zu untersagen. Bestimmte Reflexe, die durch Mitpatienten oder durch raumanwesende Fremdpersonen hervorgerufen werden könnten, sind auszuschalten. Bei Frauen soll die Belastungsprobe während der Menstruation nicht durchgeführt werden, auch bei fieberhaften Erkrankungen sowie nach größeren Aderlässen ist die Belastungsprobe nicht durchzuführen, da sich hieraus größere Fehlerquellen ergeben.

Für die Beurteilung der Traubenzucker-Belastungsprobe ergeben sich folgende Grundprinzipien: Bei der einfachen peroralen Dextrosebelastung mit 50 g Dextrose kommt es zum Anstieg des Blutzuckers auf Werte von 140—190 mg<sup>o</sup>/a. Der Gipfelpunkt liegt in der Regel um 180, er wird nach 30—60 Minuten erreicht. Nach etwa 90 Minuten ist der Ausgangswert wieder einreguliert, es folgt dann die posthyperglykämische Hypoglykämie, welche nach 30—60 Minuten, oft auch erst im Laufe von 2—4 Stunden abklingt.

### η) Stoffwechseluntersuchungen

#### 1. Methoden zur Bestimmung des Energieumsatzes

Für die Anthropologie hat die Bestimmung des Energieumsatzes eine bestimmte Bedeutung erlangt. Die Stoffwechseluntersuchungen, die hierzu angestellt werden, beruhen auf der Tatsache, daß die Energiezufuhr den Aufwand des Organismus für Grundumsatz (Ruhe-Nüchternumsatz oder Erhaltungsumsatz) und Arbeitsumsatz zu decken hat. Beide Werte können zahlenmäßig

bestimmt werden und zwar durch die direkte Calorimetrie oder indirekt im Gaswechselversuch.

Zur direkten Calorimetrie (RUBNER) wird die Versuchsperson nach einer Methode von ATWATER und BENEDICT in eine, gegen Wärmeabgabe entsprechend isolierte Calorimetrikammer eingeschlossen, und die gesamte, vom Organismus als Wärme freigesetzte Energie kann dann gemessen werden. Dieses Verfahren ist jedoch methodisch recht umständlich.

Die indirekte Calorimetrie beruht auf der Messung von  $O_2$ -Verbrauch und  $CO_2$ -Abgabe. Die Wärmeproduktion kann genau berechnet werden, wenn man in Betracht zieht, daß die Größe der Wärmemengen, die der Aufnahme von 1 Liter  $O_2$  bzw. der Abgabe von 1 Liter  $CO_2$  entsprechen, durch das Verhältnis der abgegebenen  $CO_2$  zum aufgenommenen  $O_2$  (respiratorischer Quotient RQ) bestimmt werden. Der mittlere RQ des Menschen liegt bei einer Beköstigung, wie sie bei uns durchschnittlich üblich ist, etwa bei 0,85; die Werte für reinen Kohlehydrat- Fett- und Eiweißumsatz gehen aus der Tabelle hervor.

Umsatz von 1 g	Notwendiger $O_2$ in ccm	Gebildete $CO_2$ in ccm	R. Q.	Energieentfaltung in Cal.	Energie-werte von 1 Liter verbrauchtem $O_2$ in Cal.
Kohlehydrate	828,8	828,8	1,0	4,2	5,05
Fette	2019,3	1427,3	0,7	9,4	4,65
Eiweiß	963,0	773,9	0,8	4,3	4,48

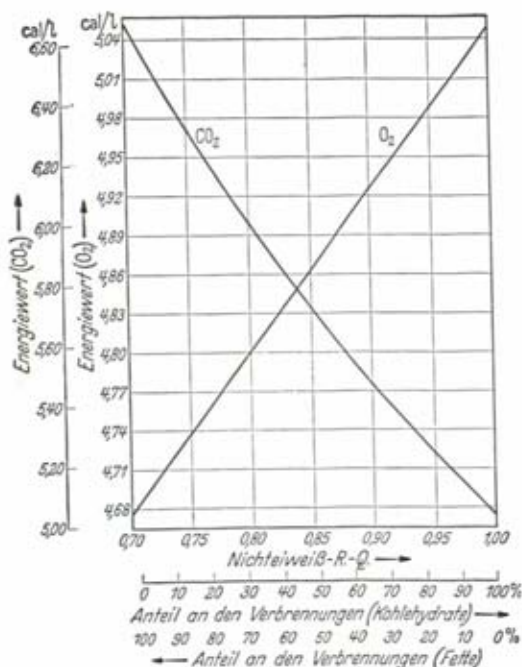


Abb. 304. Calorischer Wert für  $O_2$ -Verbrauch und  $CO_2$ -Abgabe bei verschiedenen RQ-Werten.

(Aus LEHNARTZ.)

Zur Bestimmung des Anteils von Eiweiß, Fett und Kohlehydrat am Gesamtumsatz werden von den ermittelten Gesamtbeträgen für  $CO_2$  und  $O_2$  die auf die Eiweißverbrennung entfallenden Beträge abgezogen. Sie lassen sich aus der Stickstoffausscheidung im Harn berechnen: N-Ausscheidung im Harn  $\times 6,25$  (entsprechend 16% Gesamtstickstoff) = verbranntes Eiweiß in Gramm. Aus dem Verhältnis des restlichen  $O_2$  zu  $CO_2$  („Nicht-Eiweiß-RQ“) läßt sich das Mengenverhältnis der verbrannten Kohlehydrate zu den verbrannten Fetten errechnen (Abb. 304).

Auch aus dem Diagramm nach E. F. DUBOIS lassen sich unter Berücksichtigung von RQ und verbrannter Eiweißmenge die Prozentsätze der Kalorien aus Kohlehydraten und Fetten feststellen (Abb. 305).

Im allgemeinen ist jedoch für Bestimmung des Ruheumsatzes die



gesonderte Feststellung des Stickstoffes im Harn nicht erforderlich, da der bei Nichtberücksichtigung des Eiweißumsatzes entstehende Fehler nur gering ist.

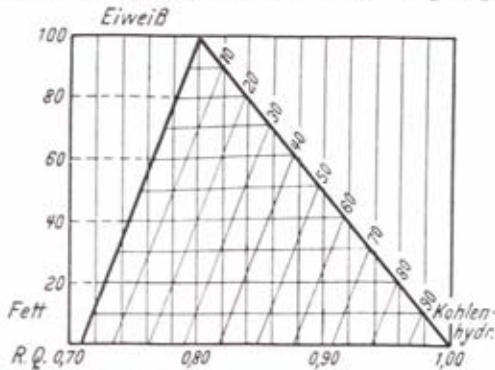


Abb. 305. Das Diagramm nach E. F. DUBOIS zeigt die Prozentsätze der Kalorien, die von Eiweiß, Fett und Kohlenhydraten herkommen, je nach dem respiratorischen Quotienten. Die Abszisse gibt den R. Q. an, die Ordinate zur Linken den Prozentsatz der Kalorien aus Eiweiß, die Diagonalen auf der rechten Seite des Dreiecks geben den Prozentsatz der Kalorien aus Kohlenhydraten an. Wenn man die Prozente aus Eiweiß und Kohlenhydraten addiert und diese Summe von 100 subtrahiert, erhält man den Prozentsatz an Kalorien aus Fett. Wenn z. B. der R. Q. 0,90 beträgt und Eiweiß 20% der Kalorien liefert, so beträgt der Anteil der Kohlenhydrate an den Verbrennungsprozessen 61%, der der Fette 19%. (Nach P. GROSSER aus LANG u. RANKE.)

Das einfachste Verfahren zur Messung des  $O_2$ -Verbrauches und der  $CO_2$ -Abgabe ist die „Sackmethode“ (Abb. 306).

Man läßt die Versuchsperson mit Hilfe zweier Ventile in einen gasdichten Sack atmen, welcher groß genug ist, die Ausatemluft einer 5—10 minutlichen Untersuchungsperiode zu fassen (etwa 100 Liter). Die Luftmenge wird gemessen, indem der Sack durch eine Gasuhr entleert wird. Vorher wird eine Gasprobe zur Gasanalyse entnommen. Die Methode hat den Vorzug, daß die notwendige Apparatur leicht transportabel ist und so auch Untersuchungen außerhalb des Laboratoriums, z. B. an Arbeitsstätten oder auf Forschungsreisen, durchgeführt werden können.

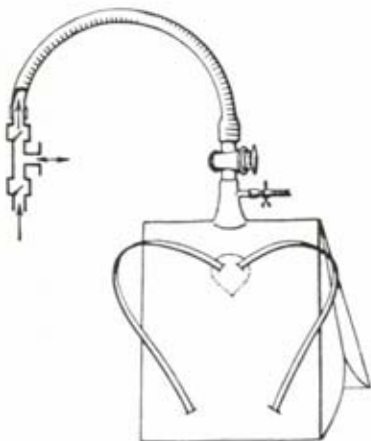


Abb. 306. Die „Sackmethode“ zur Untersuchung des respiratorischen Stoffwechsels am Menschen (DOUGLAS). Durch ein Mundstück mit Ventilen wird der Gang der Atemluft so geleitet, daß die gesamte ausgeatmete Luft in einem großen Sack, der bei Muskelarbeit u. dgl. eventuell von der untersuchten Person auf dem Rücken getragen werden kann, und 100—200 Liter faßt, gesammelt wird. Die Zeit der Beatmung des Sacks wird genau gemessen. Dann wird der Sack abgenommen und sein Inhalt gemessen, indem er durch eine Gasuhr entleert wird. Vorher wird aus einer kleinen Seitenröhre eine Luftprobe zur chemischen Analyse entnommen.

Die genaue Berechnung erfordert bei dieser „offenen Methode“ eine Korrektur, da nur die ausgeatmete Luftmenge gemessen wird, das ausgeatmete Luftvolumen aber

meist kleiner als das eingeatmete Volumen ist. Es wird weniger  $\text{CO}_2$  abgegeben als  $\text{O}_2$  aufgenommen (RQ 0,8 !). Für die Korrektur ist der Gehalt der Ausatemluft an Stickstoff und Edelgasen von Interesse, der in der Frischluft zusammen 79% beträgt. Ist der Gehalt, wie gewöhnlich, in der Ausatemluft höher, so muß die Ausatemluftmenge

mit einem Faktor  $\frac{\text{Gehalt der Ausatemluft an } \text{N}_2}{\text{Gehalt der Einatemluft an } \text{N}_2}$  multipliziert werden. Bequemer wird gleich der Gehalt an Einatemluft an  $\text{O}_2$ , 20,95%, mit diesem Faktor multipliziert; die Differenz gegen den Gehalt an  $\text{O}_2$  in der Ausatemluft gibt dann die tatsächliche Sauerstoffverzehrerung in Prozent der Ausatemluft an. Da die Einatemluft praktisch frei von  $\text{CO}_2$  ist (0,03%) ist die  $\text{CO}_2$ -Abgabe direkt aus dem Prozentgehalt der Ausatemluft zu entnehmen. Die gemessene Ausatemluftmenge muß noch auf 0° und 760 mm Hg Barometerstand trocken reduziert werden nach der Formel:

$$\text{Reduzierte Menge} = \frac{\text{gemessene Menge} \times \text{gemessener Barometerstand} \times 273}{760 \text{ mm Hg} \times (273 + \text{Temperatur } ^\circ \text{C})}$$

Diese reduzierte Menge multipliziert mit den errechneten Prozentzahlen der  $\text{O}_2$ -Zehrung und  $\text{CO}_2$ -Abgabe, ergibt die Menge an  $\text{O}_2$  und  $\text{CO}_2$ , die in der Versuchszeit umgesetzt wurde (LANG-RANKE).

Neben dem „offenen System“ stehen die Verfahren zur Bestimmung des Energieumsatzes mit „geschlossenen Systemen“. Ein typisches Beispiel für diese Systeme ist der KROGH'sche Spirometer (Abb. 307).

Es stehen noch eine Reihe weiterer Apparaturen zur Bestimmung des Energieumsatzes mit Hilfe der indirekten Calorimetrie zur Verfügung (BENEDICT, REIN u. a.); hierzu sei auf die entsprechende Fachliteratur verwiesen (eine Übersicht findet sich bei v. MURALT). Klinisch ist die KNIPPINGSche Apparatur besonders gebräuchlich (Abb. 308).

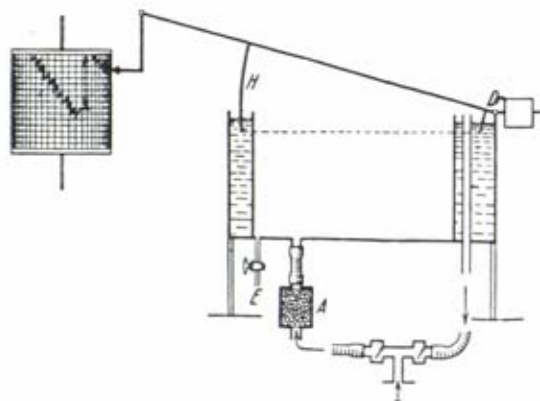


Abb. 307. Schema des Krogh'schen Spirometers zur Messung des Sauerstoffverbrauches. Die Spirometerhaube  $H$  hat bei  $D$  ihren Drehpunkt und ist durch ein Gegengewicht ausbalanciert. Das Spirometer ist durch den Einlaß  $E$  mit Sauerstoff gefüllt. Die Versuchsperson atmet durch das unten gezeichnete Mundstück gleichmäßig ein und aus. Durch Ventile wird der Luftstrom so „gerichtet“, daß reiner Sauerstoff aus dem Spirometer eingeatmet wird. Dabei sinkt die Spirometerhaube um einen Betrag, der von der Tiefe des Atemzuges abhängt, ab. Dieses Absinken wird auf der Registriertrommel (links) aufgezeichnet. Die ausgeatmete Luft wird über das Ausatemventil durch eine kohlen-säureabsorbierende Natronkalkpatrone ( $A$ ) in das Spirometer zurückgeleitet. Dabei steigt die Spirometerhaube wieder ein Stück an, kann jedoch die Ausgangsstellung nicht wieder erreichen, da ein Teil des bei der Einatmung entnommenen Sauerstoffes ja verbraucht und die Kohlensäure in  $A$  festgehalten wird. Treppenartig wird mit jedem neuen Atemzug die Haube weiter und weiter absinken. Das auf der Trommel verzeichnete Absinken über einen bestimmten Zeitabschnitt ergibt, wenn das Spirometer auf Liter geeicht ist, den Sauerstoffverbrauch in der betreffenden Zeit an. Die ausgeschiedene  $\text{CO}_2$ -Menge ist dabei nicht aufgezeichnet. Man nimmt gewöhnlich einen mittleren R. Q. von 0,8–0,9 an und berechnet aus dem  $\text{O}_2$ -Verbrauch nach Tab. S. 637 den Energieumsatz (nach REIN, 1947).

Der Grundumsatz, der mit den genannten Methoden gemessen wird, ist derjenige Energieumsatz, der notwendig ist, um eben das Leben aufrecht zu erhalten. Muskelarbeit, Wärmeregulation und Verdauungsarbeit erhöhen diesen Energieumsatz. Der Grundumsatz kann deshalb nur bei 1. vollkommener Muskelruhe (für die zweckmäßigerweise schon mehrere Stunden vor der Messung gesorgt wird) in Bettlage, 2. bei 12- bis 18stündiger Nüchternheit und 3. bei einer bestimmten Raumtemperatur (20°) ermittelt werden. Die Höhe des Grundumsatzes ist abhängig von Alter, Geschlecht, Körpergröße, Gewicht.

R. Q.	Energiewert von 1 Liter O <sub>2</sub> Kilocal.
1.	5,05
0,9	4,93
0,8	4,81
0,7	4,69

Die „Normalwerte“ des Grundumsatzes lassen sich für Erwachsene nach folgender Formel berechnen:

für Männer:  $W = 66,473 + 13,752 \times G + 5,003 \times H - 6,755 \times A$

für Frauen:  $W = 655,096 + 9,563 \times G + 1,850 \times H - 4,676 \times A$ .

wobei W Grundumsatz in kcal/Tag ist

G Körpergewicht in kg

H Körpergröße in cm

A Alter in Jahren

(nach LANG-RANKE).

Die Formeln wurden aus Tabellen von S. HARRIS und F. G. BENEDICT abgeleitet. Aus diesen Tabellen läßt sich das Grundumsatzsoll für Erwachsene im Alter von 21 bis 70 Jahren mit einem Gewicht von 25 bis 124 kg und einer Körpergröße von 151 bis 200 cm einfach ablesen; die jeweiligen Faktoren für Alter, Größe und Gewicht brauchen dann nur addiert zu werden. Die Streubreite der Norm beträgt  $\pm 15\%$ . Die Tabellen wurden von F. B. TALBOT für amerikanische Kinder erweitert. Es besteht auch eine Tabelle von O. KESTNER und H. W. KNIPPING für Kinder und Jugend-

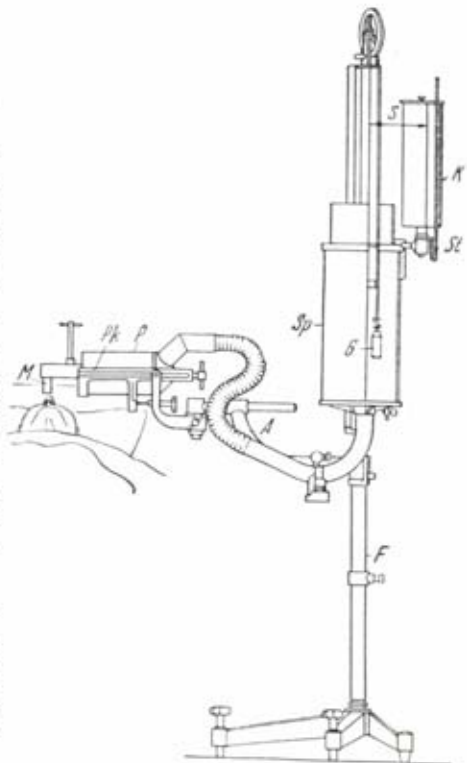


Abb. 308. Spirometer nach KNIPPING, motorlose Ausführung. S Tintenschreiber; K Kymographiontrommel; St schwenkbare Stange; G Gegengewicht zur Taucherglocke; Sp Spirometer; P CO<sub>2</sub>-Absorptionspatrone; Pk Patronekorb; M Mundrohr; A Stativarm; F Fuß. (Aus A. v. MURALT.)

liche bis zu 20 Jahren (zusammengestellt bei H. W. KNIPPING und H. L. KOWITZ).

Der Sollgrundumsatz ergibt sich auch als Produkt der Körperoberfläche und dem Standardwert je Flächeneinheit. Nach einer Formel von P. DUBOIS und



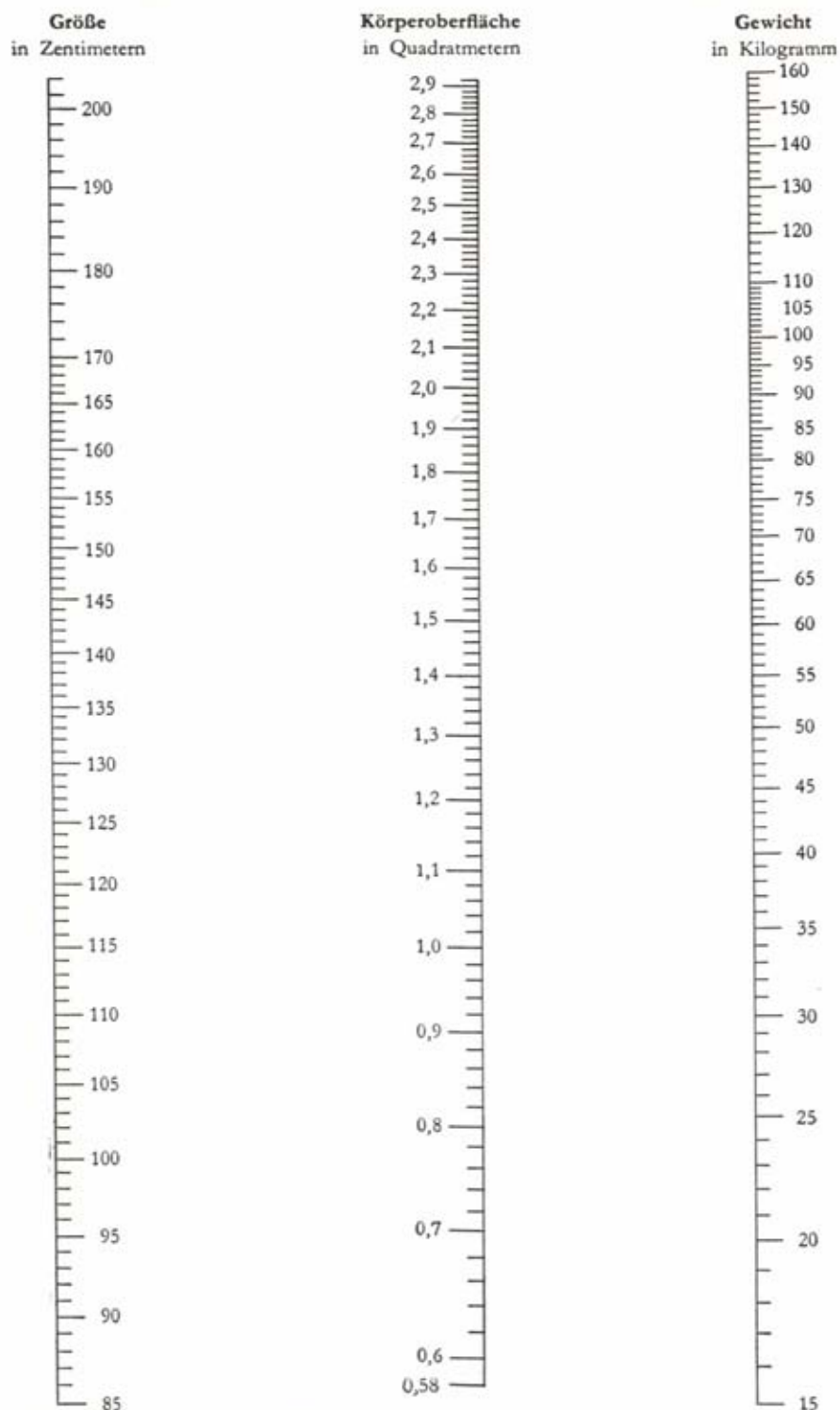


Abb. 309. Nomogramm zur Bestimmung der Körperoberfläche aus Größe und Gewicht.  
 (Nach du Bois-du Bois 1915. Entnommen aus Wissenschaftliche Tabellen 1953,  
 S. 190. GEIGY-Basel.)

E. F. DUBOIS beträgt die Körperoberfläche  $O$  in  $\text{cm}^2 = \text{Gewicht in kg} \cdot 0,425 \times \text{Länge in cm} \cdot 0,725 \times 71,84$  oder vereinfacht  $O = \sqrt{G} \times \sqrt{L} \times 167,2$ .

Die Körperoberfläche läßt sich bei bekannter Größe und Gewicht auch aus dem Nomogramm von DUBOIS ermitteln (Abb. 309), der Standardwert der Wärmebildung je  $\text{m}^2$  und Stunde aus der Tabelle von BOOTHBY, BERKSON und DUNN.

Sollwerte für die Wärmebildung je Quadratmeter und Stunde.

(Nach BOOTHBY, BERKSON, DUNN 1936. Entnommen aus Wissenschaftliche Tabellen 1953, S. 187. GEIGY-Basel.)

Männer		Frauen	
Alter	Calorien je $\text{m}^2$ und Stunde	Alter	Calorien je $\text{m}^2$ und Stunde
6	53,00	6	50,62
7	52,45	6½	50,23
8	51,78	7	49,12
8½	51,20	7½	47,84
9	50,54	8	47,00
9½	49,42	8½	46,50
10	48,50	9—10	45,90
10½	47,71	11	45,26
11	47,18	11½	44,80
12	46,75	15	44,28
13—15	46,35	12½	43,58
16	45,72	13	42,90
16½	45,30	13½	42,10
17	44,80	14	41,45
17½	44,03	14½	40,74
18	43,25	15	40,10
18½	42,70	15½	39,40
19	42,32	16	38,85
19½	42,00	16½	38,30
20—21	41,43	17	37,82
22—23	40,82	17½	37,40
24—27	40,24	18—19	36,74
28—29	39,81	20—24	36,18
30—34	39,34	25—44	35,70
35—39	38,68	45—49	34,94
40—44	38,00	50—54	33,96
45—49	37,37	55—59	34,18
50—54	36,73	60—64	32,61
55—59	36,10	65—69	32,30
60—64	35,48		
65—69	34,80 <sup>1</sup>		

LANG-RANKE empfehlen auch das in Abb. 310a und b gezeigte Verfahren zur Feststellung des Sollgrundumsatzes. Nach Abb. 309 kann aus Körpergröße und Gewicht die Körperoberfläche und nach Abb. 310 aus Alter und Körperoberfläche der Sollgrundumsatz sofort abgelesen werden.

Schließlich gibt es noch eine einfache und bequeme Berechnungsart der Wärmebildung je  $\text{m}^2$  und Stunde nach READ und BARNETT, die jedoch nur ungenaue Ergebnisse liefert:

Für Männer  $0,0055 \times \text{Blutdruckamplitude} \times \text{Pulszahl} \times 24$

Für Frauen  $0,0047 \times \text{Blutdruckamplitude} \times \text{Pulszahl} \times 23$

Der Arbeitsumsatz, der durch Muskelarbeit, Wärmeregulation und Verdauungstätigkeit hervorgerufen wird, kann auf die gleiche Art wie der Grundumsatz errechnet oder durch Gaswechselversuch bestimmt werden. Jede, auch

noch so geringgradige Muskelarbeit erhöht den Energieumsatz. Wird die liegende Haltung der Versuchsperson z. B. durch eine sitzende ersetzt, so steigt der Umsatz schon um 5–10%. Stehen erfordert, je nach der dabei angenommenen Haltung, einen Mehraufwand von 20–30%, einfaches Gehen bis zu 300%, Bergsteigen 600–900% (REIN). Auch durch erhöhte Kreislauf- und Atem-

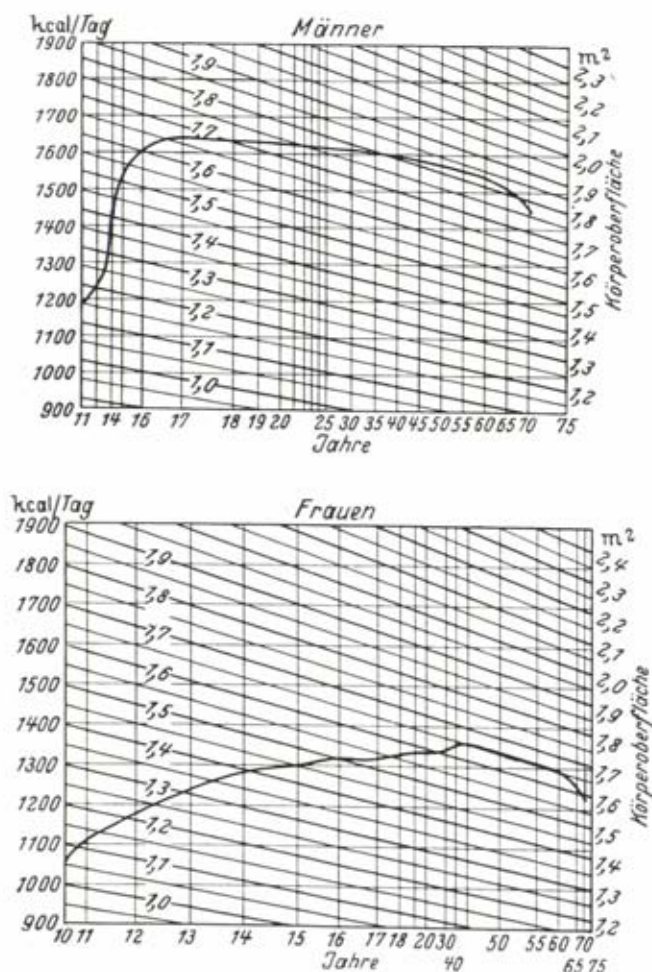


Abb. 310 a und b. Soll-Grundumsatz nach BOOTHBY, BERKSON und DUNN als Funktion des Alters (Abszisse) und der Körperoberfläche (du Bois) (schräge Gerade). Der Altersmaßstab ist so verzerrt, daß die Kurven für die Körperoberfläche Gerade werden. Hierdurch drängen sich besonders in Abb. 310b (Frauen) die mittleren Jahrzehnte so stark zusammen, daß ab 20 Jahren für Frauen, ab 25 Jahren bei Männern, nur jedes 5. Lebensjahr als Netz durchgezogen wurde. Ab 60 Jahren in Abb. 310 a und ab 65 Jahren in Abb. 310 b sind die Werte von BOOTHBY und Mitarbeitern schon extrapoliert worden. Dicke Kurve: Soll-Grundumsatz für die Durchschnittswerte von Körpergröße und Gewicht nach KRAUT-LEHMANN-BRAMSEL. — *Benutzungsanweisung:* Es wird der Schnittpunkt des Alters und der schräg nach rechts abfallenden Kurve der Körperoberfläche aufgesucht, und am linken Rand der zu diesem Schnittpunkt gehörende Soll-Grundumsatz (horizontale Linien) aufgesucht. Umzeichnung nach den Originaltabellen von BOOTHBY, BERKSON und DUNN; Amer. J. Physiol. 116, S. 474, Mittelwerttabelle. (Aus LANG-RANKE.)





Es betrage bei einer Kost in völliger Körperruhe der Anteil an:	% der Calorien	Zufuhr		resorbiert		spezif.-dynam. Wirkung	
		g	keal	g	keal	%	keal
Eiweiß	15	74	304	68	280	30	84
Fett	25	54	506	50	466	4	19
Kohlehydrat	60	297	1220	274	1124	6	67
Gesamt			2030		1870		170
ab spez.-dyn. Wirkung					170		
Grundumsatz					1700		

## 2. Nährstoffgehalt der Nahrungsmittel

Zur Schätzung des Nährstoffgehalts der einzelnen Nahrungsmittel bedient man sich der Nahrungsmitteltabellen. Allerdings muß dabei bedacht werden, daß die Tabellenwerte nur Näherungswerte sind. Der Nährstoffgehalt ein und desselben Nahrungsmittels kann in weiten Grenzen schwanken, je nach Rasse, Sorte, Klima, Bodenbeschaffenheit und Ernährung der Pflanze und des Tieres. Am stärksten (bis zu 100%) schwankt der Mineral- und Vitamingehalt. Die in der Tabelle (aus GLATZEL) angegebenen Werte beziehen sich auf je 100 g des eßbaren Anteils des unzubereiteten Nahrungsmittels. Für die Proteine ist auch ihr Gehalt an den verschiedenen Aminosäuren von Bedeutung, wie in der Tabelle (aus LANG) zusammengestellt ist.

Soll der Gesamtumsatz oder der Stoffwechsel ohne respiratorischen Gaswechsel in länger dauernden Versuchen verfolgt werden, so muß die Nahrungszufuhr in quantitativer und qualitativer Richtung genau bekannt sein. Hierzu ist notwendig, eine ganz bestimmte Kost tagelang einzuhalten. Die Menge und Zusammensetzung der Kost muß während der ganzen Versuchsdauer so gleichmäßig wie möglich sein. Die Kost muß ferner ausreichend sein und den Kalorienbedarf möglichst genau decken, auch stofflich richtig zusammengesetzt sein und der Verdauung und Resorption keine Schwierigkeiten bereiten. Auch muß die Nahrung leicht analysierbar sein. Vor allem BRUGSCH-SCHITTENHELM haben für solche Untersuchungen genauere Anweisungen gegeben.

Es ist zweckmäßig, die tägliche Kost einfach zusammengesetzt zu gestalten und womöglich täglich dasselbe genießen zu lassen. Diese Forderung muß auch berücksichtigt werden, wenn die Zusammensetzung der Kost immer annähernd berechnet wird. Man legt dann der Berechnung Durchschnittszahlen zugrunde, wie sie sich aus zahlreichen Analysen ergeben haben (s. die Nahrungsmitteltabellen). Will man im Stoffwechselversuch bestimmte Produkte, z. B. Harnsäure, Oxalsäure, Kreatinin etc. untersuchen, so ist natürlich die Kost auch danach einzurichten. So hat bei Feststellung des endogenen Wertes die Kost völlig frei zu sein von dem betreffenden Produkt selbst und von den Bestandteilen, welche als Vorstufe des gesuchten Produktes bekannt sind und in dieses im Stoffwechsel übergehen (bei Harnsäure z. B. völlig purinfreie Kost, bei Kreatininstoffwechsel kreatinfreie Kost etc.).

Beispiel einer Kostordnung mit etwa 100 g Eiweiß, ungefähr 2500 Calorien Energiewert:

	Menge	Gesamt-N	Fett	Kohlehydrat	Wasser
Milch	1500	7,3	45	67,5	1335
Fleisch	150	5,1	1,32	—	114
Weißbrot	350	4,48	3,5	210,0	90
Butter	50	0,1	45,00	—	5
1 Ei ohne Schale	40	0,9	4,4	—	30
Selter	500	—	—	—	500
		18,08	99,22	277,5	2074

Die Kost enthält:

$18,08 \times 6,25 =$	113	g Eiweiß	$(\times 4,1) =$	463,3	Calorien
	99,22	g Fett	$(\times 9,3) =$	922,75	Calorien
	277,5	g Kohlehydrat	$(\times 4,1) =$	1137,75	Calorien
	2074	g Wasser		2523,8	Calorien

## Nahrungsmitteltabelle

100 g	cal	Ei- weiß g	Fett g	Kohlen- hydrate g	Vitamin				Koch- salz mg	Kalium mg	Eisen mg	Calcium mg	Phos- phor mg	Wasser g
					A(Carot.) mg	B <sub>1</sub> mg	C mg	D %						
Ungeschältes ganzes Korn von Weizen	348	12	2	69	— (0,285)	0,470	0	0	10	—	—	—	—	13
Roggen	344	11	2	69	— (+)	0,320	0	0	—	—	—	—	—	13
Gerste	339	10	2	69	(0,001)	0,445	0	0	—	—	—	—	—	13
Hafer	336	10	5	60	—	0,510	0	0	—	—	—	—	—	13
Buchweizen	313	11	3	59	—	0,200	0	0	—	—	—	—	—	13
Reis, roh	322	5	1	71	(0,034)	0,150	0	0	55	155	—	111	685	13
Mais	362	9	4	69	(0,350)	0,250	0	0	19	—	—	—	—	13
Mehle														
Roggen Type 610	351	5	0,5	79	0	0,072	0	0	—	—	—	—	—	15
Type 997	349	7	1	76	0	0,150	0	0	—	—	—	—	—	15
Type 1370	354	8	2	74	0	0,225	0	0	—	—	—	—	—	15
Roggenbrot														
Type 1800	341	9	2	72	0	0,300	0	0	—	—	—	—	—	15
Weizen Type 405	353	11	1	73	0	0	0	0	4	190	0,7	—	—	15
Type 630	360	12	2	71	0	0,080	0	0	—	—	—	—	—	15
Type 1700	351	13	2	68	0	0,300	0	0	—	850	3,8	—	—	15
Gerstengrieß, grob	355	12	2	69	—	0,250	0	0	—	484	—	41	422	14
Hafermehl	395	14	7	67	0	0,550	0	0	203	345	5,2	72	202	10
Haferflocken	392	16	6	66	0	0,300	0	0	203	345	—	72	202	10
Buchweizenmehl	355	8	2	75	—	—	0	0	20	132	—	10	131	14
Grünkernmehl	366	9	2	76	—	—	0	0	40	—	—	—	—	11
Maismehl	362	10	3	72	(0,250)	0,480	0	0	66	—	—	—	—	13
Weizenstärke	352	1	0	84	0	0	0	0	24	12	—	8	44	14
Maistärke	370	0,5	0	90	0	0	0	0	66	140	—	15	118	10
Echter Sago	343	2	0	82	0	0	0	0	190	—	—	—	—	16
Polierter Reis	356	8	0,5	78	0	0	0	0	30	120	—	27	62	13
Brote														
Weißbrötchen	270	7	0,5	58	0	0,063	0	0	790	126	—	29	141	34
Gröber. Weißbrot	246	8	0	51	0	0,200	0	0	500	125	2,6	—	—	39
Graubrot	246	8	0	52	0	0,110	0	0	560	95	—	11	121	39
Roggenbrot 80%	249	6	0,5	54	0	0,125	0	0	—	290	—	44	163	38
Knäkebrot	348	11	2	69	0	0,170	0	0	290	410	—	65	238	8
Pumpernickel	230	7	1	48	0	—	0	0	—	111	—	60	117	42
Grahambrot	251	8	1	51	0	0,260	0	0	—	—	—	60	147	37
Kartoffel ohne Schale, frisch	96	2	0	21	(0,032)	0,093	13,000	0	82	550	0,7	16	179	75
Topinambur	77	2	0	16	—	—	—	—	74	460	—	27	171	80
Rote Rübe	34	1	0	7	(0,013)	0,060	10,000	—	60	100	1,0	30	31	90
Möhre	40	1	0	9	(5,300)	0,075	6,000	—	60	440	0,8	59	41	88



100 g			Ei- weiß g	Fett g	Kohlen- hydrate g	Vitamin				Koch- salz mg	Kalium mg	Eisen mg	Calcium mg	Phos- phor mg	Wasser g
	cal					A(Carot.) mg	B <sub>1</sub> mg	C mg	D γ						
Teltower Rübe	62	4	0	11	0	0,030	26,000	—	80	—	0,5	—	—	82	79
Schwarzwurzel	69	1	1	15	0	0,075	5,000	—	50	240	—	45	107	80	80
Sellerieknolle	45	1	0	9	(0,010)	0,025	7,500	—	250	740	—	87	53	87	87
Meerrettich	80	3	0	16	—	0,055	70,000	—	26	422	—	97	56	71	71
Rettich	43	2	0	8	(0,003)	0,080	23,000	—	120	320	—	9	25	87	87
Kohlrübe	38	1	0	7	(0,190)	0,060	28,000	—	50	214	—	33	45	89	89
Pastinake	70	1	1	15	(0,030)	0,200	20,000	—	49	385	—	47	62	81	81
Zuckerrübe	82	1	0	19	0	—	—	—	57	316	—	31	38	80	80
Spinat	20	2	0	2	(8,500)	0,080	44,000	—	210	745	3,0	59	165	93	93
Sauerampfer	16	2	1	0	—	—	30,000	—	112	740	—	39	73	92	92
Rhabarber, geschält	16	1	0	3	0	0	14,000	—	53	292	—	42	37	95	95
Grünkohl	71	5	1	10	(7,400)	0,200	87,000	—	98	474	2,2	81	116	81	81
Weißkohl	25	2	0	4	(0,890)	0,075	50,000	—	92	475	—	50	95	92	92
Sauerkraut	25	1	0	3	(0,015)	—	15,000	—	730	—	—	—	—	91	91
Wirsing	36	3	1	5	(0,030)	0,130	42,000	—	12	236	—	41	45	90	90
Kopfsalat	16	1	0	2	(1,300)	0,050	8,000	—	130	75	0,5	107	41	95	95
Endivie	19	2	0	3	(1,200)	0,054	13,000	—	276	382	—	103	16	94	94
Gartenmelde	15	2	0	1	(1,730)	—	68,020	—	—	—	—	—	—	94	94
Lauch	41	3	0	7	(0,030)	0,120	22,000	—	82	254	—	57	57	88	88
Spargel, geschält	19	2	0	2	0	0,025	25,000	—	69	164	—	13	35	94	94
Zwiebel	45	1	0	9	(0,025)	0,020	9,000	—	45	130	—	31	24	88	88
Gurke, geschält	8	1	0	1	(Spur)	0,040	6,000	—	61	174	—	20	23	98	98
Kürbis	32	1	0	7	(0,160)	0,045	9,000	—	28	67	—	23	60	90	90
Melone	30	1	0	6	—	0,036	13,000	—	14	72	—	11	3	92	92
Tomate	26	1	0	4	(2,250)	0,060	24,000	—	110	270	—	43	41	93	93
Erbse, grün	83	7	1	12	(0,510)	0,190	21,000	0	60	320	1,3	33	125	78	78
Schnittbohne, grün	38	3	0	6	(0,550)	0,100	15,000	0	100	215	2,3	42	23	89	89
Erbse, gelb	330	23	2	53	(0,110)	—	0,500	—	100	810	7,8	83	377	14	14
Weisse Bohne	315	26	2	47	—	—	0,500	—	93	1080	—	110	532	14	14
Linse	341	26	2	53	(0,170)	—	1,000	0	138	525	—	82	288	12	12
Sojabohne	428	33	17	28	(0,130)	0,340	20,000	—	—	380	—	—	—	10	10
Soja-Kraftmehl	448	40	20	24	—	0,125	—	—	12	380	—	164	560	11	11
Entöltes Sojamehl	328	52	1	26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	12

### Nahrungsmitteltabelle

[illegible]

Nahrungsmitteltabelle

100 g	El- cal	weiß	Fett	Kohlen- hydrate	Vitamin				Koch- salz	Kalium	Eisen	Calcium	Phos- phor	Wasser
	g	g	g	g	A(Carot.) mg	B <sub>1</sub> mg	C mg	D %	mg	mg	mg	mg	mg	g
Marmeladen i. D.	250	1	0	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40
Pflaumenmus	237	2	0	55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40
Gelee	310	0	0	75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	24
Kochzucker														
weißer Zucker	400	0	0	99	0	0	0	0	9	0	0,1	0	0	0
Sirup	303	10	0	65	—	—	—	—	(Spur)	—	6,7	—	—	23
Blütenhonig	334	0	0	81	—	0	2,000	0	(Spur)	—	0,9	—	—	19
Kunsthonig	302	0	0	74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26
Marzipan	480	8	23	58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
Walnuß, trocken, ohne Schale	666	17	59	13	(0,540)	0,480	16,700	—	170	44	—	144	410	7
Haselnuß, trocken, ohne Schale	682	17	63	7	(0,265)	0,460	6,000	—	110	620	—	284	356	7
Erdnuß, trocken, ohne Schale	591	28	45	16	(0,138)	0,540	—	—	190	580	1,9	146	466	8
Mandel, trocken, ohne Schale	637	21	53	13	(0,175)	0,110	6,500	—	66	830	—	383	458	6
Kastanie, frisch, ohne Schale	226	6	4	40	—	0,135	30,000	—	—	515	—	33	97	47
Olive, Frucht- fleisch	417	3	40	9	—	—	—	—	5	1060	—	—	—	26
Butter, ungesalzen	785	1	80	1	1,140 (0,734)	0	6,300	4,00	690	52	0,2	23	21	18
Butterschmalz	903	0	97	0	—	—	—	—	0	—	—	0	—	0
Schweineschmalz	925	0	100	0	—	—	—	—	—	35	0	1	3	0
Rindertalg	915	1	98	0	(0,185)	—	0,600	—	—	—	—	—	—	1
Margarine, unge- salzen	791	1	85	0	0	0	—	—	100	4	—	3	1	12
Olive- und Erd- nußöl	925	0	99	0	—	—	—	—	170	185	—	—	—	0
Lebertran	928	0	100	0	63,000 0,022	—	0	1200,00	—	—	—	—	—	0
Rindfleisch, ohne Fettgehalt	98	22	1	0	—	0,170	1,500	—	110	276	2,8	12	242	65
Rindfleisch, fett	307	19	25	0	—	0,039	—	—	—	—	—	—	—	55
Kalbfleisch	245	19	7	0	0,025	0,040	—	—	130	320	—	17	244	71
Schweinefleisch, fett	254	17	20	0	0,025	0,740	1,500	—	110	325	—	57	229	50
Hammelfleisch	335	17	28	0	0,200	0,180	—	—	170	353	—	15	230	54
Kaninchenfleisch, fett	220	21	14	0	—	—	1,900	—	84	398	—	19	255	63
Pferdefleisch	115	22	3	1	—	—	1,200	—	—	326	—	13	206	74
Leber, Rind	115	18	4	3	8,400	0,460	35,000	4,50	140	205	12,1	32	282	72
Hirn, Rind	115	9	8	0	—	0,180	18,000	—	290	—	—	—	—	81
Zunge, Rind	225	16	17	0	—	0,285	6,600	—	—	466	—	20	268	66
Bries, Kalb	115	27	1	0	—	0,090	—	—	200	—	—	—	—	70
Blut	77	19	0	0	—	0	3,800	—	460	75	—	8	31	81
Schinken, roh	320	24	24	0	—	0,325	—	—	5000	573	—	22	135	49
Schinken, gekocht	410	24	34	0	—	0,690	—	—	bis	—	—	—	—	29
Speck, gesalzen	655	6	68	0	—	0,360	—	—	7000	—	2,5	—	—	29
									1270	152	0,8	6	95	10



Nahrungsmitteltabelle

100 g	cal	Ei- weiß g	Fett g	Kohlen- hydrate g	Vitamin				Koch- salz mg	Kalium mg	Eisen mg	Calcium mg	Phos- phor mg	Wasser g
					A (Carot.) mg	B <sub>1</sub> mg	C mg	D γ						
Mettwurst (Schwein)	544	18	40	0	— (0,140)	0,450	—	—	2000 bis 10000	—	—	—	—	35
Bratwurst	295	13	26	0	— (0,015)	—	—	—		—	—	—	—	42
Blutwurst	210	10	10	20	— (0,100)	—	—	—		—	—	—	—	60
Leberwurst	385	16	33	5	— (0,450)	0,300	—	—		—	—	—	—	42
Salami	564	28	48	0	—	—	—	—		—	—	—	—	17
Hase	100	22	1	0	—	—	—	—	160	—	—	—	—	74
Reh	100	20	2	0	—	—	—	—	110	—	—	—	—	76
Huhn	120	19	5	0	—	0,100	—	—	140	470	1,9	11	255	74
Gans	365	16	30	0	—	—	12,900	—	200	—	—	—	—	40
Ente	130	20	5	0	—	—	7,800	—	140	—	—	—	—	73
Hering, frisch	125	15	7	0	0,064 (—) (0,095)	0,030	—	1300,00	270	220	1,0	—	—	75
Bückling	165	20	9	0	(0) +	2,100	—	1300,00	380	—	—	—	—	68
Sprotten	235	21	15	0	(—) +	0,030	—	50,00	310	—	—	—	—	60
Schellfisch	75	16	1	0	(—)	0,110	—	—	390	340	—	23	165	82
Flundern, ge- räuchert	100	23	1	0	— 1,600	—	—	—	—	—	—	—	—	72
Aal, geräuchert	305	18	25	0	— 0,380	—	1,700	—	—	—	—	230	132	51
Karpfen	140	16	8	0	— 0,180	0,180	1,000	—	100	262	—	42	167	74
Miesmuschel, Fleisch	82	16	1	1	— 0,060	0,015	—	++	—	—	—	—	—	81
Vollmilch (Kuh)	67	4	4	5	(0,033) 0,068	0,042	1,650	0,21	160	160	0,07	126	194	87
Ziegenmilch	69	4	4	4	(0,035)	—	5,500	—	—	145	—	129	04	87
Schafmilch	109	6	7	5	—	—	6,000	—	—	—	—	—	—	81
Stutenmilch	41	2	1	5	— 0,006	—	—	—	—	—	—	—	—	91
Magermilch	37	4	0	5	(0,005)	0,043	1,000	—	180	196	—	114	62	91
Buttermilch	37	4	1	4	(0,012)	0,030	0,800	—	160	151	—	06	98	91
Molke, süß	26	1	0	5	— 0,320	—	—	—	110	112	—	61	33	94
Rahm	124	4	10	4	(0,320) 0,171	0,060	0,900	5,00	130	126	—	91	52	82
Vollmilchpulver Kondens. Milch	504	25	27	37	(0,223)	0,250	1,800	—	—	—	0,17	—	—	5
ohne Zucker	164	8	9	11	+	0,150	1,900	—	130	293	—	—	—	70
Quark	90	16	1	4	— +	—	1,100	—	250	175	—	63	194	77
Magerkäse, unge- salzen	205	37	6	0	(—) 1,000	0,050	1,000	—	560	515	0,57	112	367	40
Rahmkäse, unge- salzen	315	17	26	1	(—)	0,055	1,000	—	200	230	—	—	—	50
Hühnerei, 100 g (1 Ei = 45 g ohne Schale)	166	13	12	1	2,380 (2,580)	0,090	0	10,00	210	154	2,7	68	224	74

Nahrungsmitteltabelle

100 g	cal	Ei- weiß g	Fett g	Kohlen- hydrate g	Vitamin				Koch- sals mg	Kalium mg	Eisen mg	Calcium mg	Phos- phor mg	Wasser g
					A(Carot.) mg	B <sub>1</sub> mg	C mg	D γ						
Weißei 100 g (1 Weißei = 30 g i. D.)	58	12	0	1	0	0	0	0	310	163	0	38	22	86
Gelbei, 100 g (1 Gelbei = 15 g i. D.)	362	16	32	0	1,190 (1,290)	0,270	0	30,00	46	136	7,2	136	565	51
1 Gänseei (nicht 100 g!)	269	20	20	0	—	—	0	—	—	—	—	—	—	71
1 Entenei (nicht 100 g!)	114	8	9	0	(0,120)	0,180	0	—	—	—	—	—	—	70
Volleltrocken- pulver	544	38	42	0	—	—	0	22,00	—	—	—	—	—	7
Kakao, wenig entölt	465	22	27	31	—	0	—	300,00	53	980	—	81	862	6
Kochschokolade	536	7	28	62	—	—	—	—	200	45	—	36	185	1
Milchschokolade	575	9	35	53	—	—	—	—	200	260	—	204	142	1
Pralinen	450	3	15	73	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8
Kaffeebohnen, geröstet	204	14	14	4	—	—	—	—	46	162	—	139	183	3
Tee	173	24	8	—	—	—	—	—	132	1480	—	464	320	9

Nahrungsmitteltabelle

100 g	cal	Ex- trakt g	Alkohol g	Kohlen- hydrate g	Vitamin				Koch- sals mg	Ka- lium mg	Eisen mg	Cal- cium mg	Phos- phor mg	Wasser g
					A (Carot.) mg	B <sub>1</sub> mg	C mg	D γ						
Apfelwein	52	3	4—5	1	—	—	0	—	10	66	11	11	6	—
Deutsche Weine i. D.	62	2	7—8	0	—	—	0	—	7	63	—	9	18	—
Malaga	163	22	12—13	18	—	—	0	—	—	166	2	7	19	—
Sekt, trocken	81	2	10	1	—	—	0	—	4	122	(Spur)	(Spur)	20	—
Kognak	336	—	48	0	—	—	0	—	—	—	—	—	—	—
Benediktiner	403	—	39	33	—	—	0	—	—	—	—	—	—	—
Bier	45—70	5	3—5	5	—	0,009	0	—	15	86	1	6	42	—

Aminosäurezusammensetzung von Proteinen (aus LANG).  
(g Aminosäure je 100 g Protein mit 16% N.)

Aminosäure	Vollei	Eier- eiweiß	Eigelb	Fleisch	Fisch- muskel	Leber	Niere	Milch Kuh	Milch Mensch	Lact- albumin
Arginin	6,4	5,8	8,2	7,2	7,4	6,6	6,3	4,3	6,8	3,9
Histidin	2,1	2,2	2,6	1,9	2,2	3,1	2,7	2,6	2,8	2,1
Isoleucin	8,0	—	—	6,3	6,0	5,4	5,2	6,2	7,5	6,4
Leucin	9,2	—	—	8,0	7,1	8,4	7,9	11,3	10,1	10,4
Lysin	7,2	6,5	5,5	7,6	7,8	6,7	5,5	7,5	7,2	9,6
Methionin	4,1	4,4	3,6	3,2	3,2	3,2	2,7	3,3	2,5	3,1
Phenylalanin	6,3	5,5	5,7	4,5	4,8	6,1	5,5	5,3	5,9	5,4
Threonin	4,9	4,1	3,6	5,3	5,1	4,8	4,6	4,6	4,5	5,4
Tryptophan	1,5	1,6	1,6	1,2	1,3	1,8	1,7	1,6	1,9	2,5
Valin	7,3	—	—	5,8	5,8	6,2	5,3	6,6	8,8	6,4
Cystin	2,4	2,3	1,9	1,1	1,6	1,3	1,5	1,0	3,4	4,1
Tyrosin	4,5	4,8	5,3	3,1	3,6	4,6	4,8	5,5	5,1	4,4

Aminosäure	Casein	Gehirn	Globin	Gelatine	Serumeiweiß	Hafer	Roggen	Reis	Weizen	Gerste
Arginin	4,1	6,6	3,5	9,3	5,8	7,4	5,4	8,7	4,5	4,5
Histidin	2,5	2,6	7,6	1,0	2,6	2,2	2,2	2,3	2,0	1,8
Isoleucin	6,5	3,6	1,5	1,7	3,0	4,2	4,0	5,1	3,6	3,8
Leucin	12,1	13,4	16,6	3,7	18,0	6,5	6,2	7,7	6,8	5,5
Lysin	6,9	6,2	9,0	5,0	8,0	3,0	3,3	2,8	2,5	2,4
Methionin	3,5	3,0	0,8	0,8	1,9	1,0	1,1	1,4	1,0	1,0
Phenylalanin	5,2	4,9	7,7	2,5	5,4	4,6	3,0	4,6	3,8	5,7
Threonin	3,9	5,8	6,8	1,5	6,3	3,6	3,9	3,6	3,0	3,6
Tryptophan	1,8	1,3	1,5	0,0	1,7	1,3	1,3	1,3	1,4	1,1
Valin	7,0	4,9	8,2	2,5	6,0	5,3	5,0	6,3	4,1	5,1
Cystin	0,4	1,8	0,4	0,1	3,6	1,4		1,4	1,8	
Tyrosin	6,4	4,1	2,4	0,2	5,4	4,1		5,6	4,4	

Aminosäure	Baumwoll-samen	Mais	Lein-samen	Erdnuß	Soja	Erbсен	Weizenkeime	Maiskeime	Braueri-Hefe	Nährhefe	Kartoffel
Arginin	7,4	4,7	6,9	9,4	5,8	8,9	6,0	6,8	4,3	4,0	4,4
Histidin	2,6	2,2	1,9	2,1	2,3	1,2	2,5	2,7	2,8	2,3	1,7
Isoleucin	3,4	6,4	3,4	3,4	4,7	4,1	3,0	3,7	5,9	5,8	11,3
Leucin	5,0	15,0	7,5	5,5	6,6	6,4	7,4	6,7	7,4	6,8	
Lysin	2,7	2,3	2,0	3,0	5,8	5,0	6,4	5,8	7,5	8,0	5,0
Methionin	1,6	1,4	2,3	1,3	2,0	1,0	2,0	2,3	2,7	2,8	1,6
Phenylalanin	6,8	4,8	5,8	5,4	5,7	4,8	4,2	5,6	4,1	2,9	5,4
Threonin	3,9	3,0	4,5	1,5	4,0	3,9	3,8	4,4	5,5	5,1	3,7
Tryptophan	1,3	0,5	1,6	1,0	1,6	0,7	1,0	1,3	1,3	1,2	0,8
Valin	3,7	5,3	5,8	4,0	4,2	4,0	4,1	5,8	5,0	5,4	4,8
Cystin	2,0	1,5	1,9	1,6	1,9	1,2	0,6	1,2	1,0	1,1	1,7
Tyrosin	3,2	5,5	5,1	4,4	4,1		3,8	4,9	3,6	3,4	

Diese Kost mit relativ großen Mengen von Eiweiß und Fett kann durch Einlage von Gemüse, Kompott etc. und Wegnahme von Fleisch, Milch, Weißbrot etc. beliebig variiert werden, wobei auch den individuellen Verträglichkeiten Rechnung zu tragen ist. So muß etwa Milch anders ersetzt werden.

**Purinfreie Kost:** Will man den endogenen Harnsäure- und Purinbasenwert finden, so sind Fleisch, auch gekochtes, Kaffee, Tee, Kakao, Bouillonsuppen, Fleischextrakt unbedingt zu vermeiden. Dafür gibt man Vegetabilien aller Art. Hier kommt es bei vielen Untersuchungen nur auf völlige Purinfreiheit der Kost, weniger auf absolut genaue tägliche quantitative und qualitative Übereinstimmung an. Eine Reihe von Fragestellungen verlangt aber auch hier eine ganz exakte Versuchsanordnung.

**Beispiel einer fleischfreien (purinfreien) Kost:** 20jähriger junger Mann von 67 kg Körpergewicht erhält folgendes:

Morgens: 250 ccm Milch, eine Semmel.

Vormittags:  $\frac{1}{2}$  Pfund Obst.

Mittags: Mehlspeise aus 100 g Weizenmehl, 150 ccm Milch, 3 Eiern, 50 g Butter, dazu 200 g Kompott.

Nachmittags:  $\frac{1}{2}$  Pfund Obst, 1 Semmel, 50 Butter.

Abends: Brei aus 50 g Weizen- oder Gerstmehl,  $\frac{1}{4}$  l Milch (eventuell 20 g Zucker, etwas Zimt).

Von wesentlicher Bedeutung ist die Wasserzufuhr, die täglich gleich groß sein soll. Erwachsenen führt man einschließlich des in den Speisen enthaltenen Wassers täglich nicht mehr wie ca. 2– $2\frac{1}{2}$  l zu.

Die Analyse der Kost erfolgt nach den chemischen Grundsätzen, wobei es für viele Fälle zweckmäßig ist, die Nahrungsmittel durch Elementaranalysen auf ihren Gehalt an N, C und H zu untersuchen und gleichzeitig ihren kalorimetrischen Wert ganz exakt im Kalorimeter zu ermitteln. Will man den Salzstoffwechsel oder den Harnsäurestoffwechsel u. a. m. untersuchen, so muß die Kost genau



auf den Salzgehalt (P, NaCl, Ca, Na etc.) und auf den Puringehalt analysiert werden. Nur wenn man genau weiß, was man einführt, kann man die Ausfuhr richtig beurteilen. Weiter sind für die Bilanzuntersuchungen alle Ausscheidungen, vor allem Harn, Kot und Schweiß, sorgfältig zu sammeln.

**Harn:** In einer Flasche von 2—3 l Inhalt (je nach der Tagesmenge Urin größer oder kleiner) werden 10—20 ccm Chloroform oder Toluol gebracht. Hierin wird der Urin bei der Entleerung oder nach der Entleerung sofort quantitativ gesammelt. Von genau 24 Stunden zu 24 Stunden erneuert man die Flasche. Am besten sammelt man auf diese Weise von morgens 8 Uhr bis zum nächsten Morgen 8 Uhr und achtet darauf, daß jeweils vor Wechsel der Flasche noch einmal Urin gelassen wird; erst danach, also zu Beginn der neuen Periode, darf die Versuchsperson frühstücken. Vor Eintritt in die erste Untersuchungsperiode muß die Blase völlig entleert werden. Bei der Defäkation ist darauf zu achten, daß der Urin quantitativ getrennt aufgefangen wird. Mit dem Katheterisieren, das in Tierversuchen weitgehendst angewandt wird, ist beim Menschen Vorsicht geboten (Infektionsgefahr).

Die 24stündige Harnmenge wird in einem Meßzylinder genau gemessen, der Harn dabei gut gemischt und das spezifische Gewicht genommen. Zur N-Analyse genügen 5 ccm, die in einer graduierten Pipette scharf abgemessen werden. Zur C-Analyse wird der Harn aus einer Pipette vorsichtig auf ein Schiffschen gebracht und im Vakuum unter  $H_2SO_4$  bei Zimmertemperatur getrocknet. Mit dem eingetrockneten Urin wird die Analyse ausgeführt.

**Kot:** Man grenzt den Kot in Perioden ab, indem man zu Beginn des Versuchs 0,3—0,5 g Karmin in Oblaten mit der ersten Nahrungsportion gibt. Dadurch wird eine scharfe Abgrenzung erreicht indem der Stuhl des ersten Versuchstages diffus rot gefärbt ist. Auch soll der Prüfling mindestens 12 Stunden vor Beginn des Versuches nichts genießen und am ersten Versuchstag nachmittags oder bei regerer Darmtätigkeit auch früher, eventuell unter Anwendung eines Glycerinklistiers, eine Stuhlentleerung herbeiführen. Dieser Kot ist meist noch nicht gefärbt und daher wegzutun; der nächste Kot dagegen stellt sich dann diffus gefärbt dar und es finden sich zumeist nur noch geringe ungefärbte Partikel, welche als vor dem Versuch liegend entfernt werden. An dem auf den Schlußtag folgenden Morgen gibt man nochmals dieselbe Menge Carmin und entfernt diesmal den rotgefärbten Stuhl als hinter der Versuchsperiode gelegen. Auch durch Darreichung von 3 Eßlöffeln Kohlemischung (Carbo vegetabilis 15,0; Micil. Gummi arab. 15,0; Aq. menth. piper 60,0) kann gefärbt werden; nach der Darreichung ist der Mund gründlich auszuspülen. Die betreffenden Stühle sind dann schwarz. Weiter ist dann der Kot, derselbe frisch entleert, zu wägen. Danach wird er in eine große Porzellanschale gebracht, mit schwach schwefelsäurehaltigem Wasser (etwa  $\frac{1}{2}$  %) unter Umrühren leicht sauer gemacht, wobei jedoch ein erheblicher Überschuß von Schwefelsäure zu vermeiden ist, und dann auf dem Wasserbad unter häufigem Umrühren getrocknet. Jede frische Kotportion kommt hinzu, so daß man schließlich den Kot einer Periode zusammen hat. Häufig wiederholtes Umrühren ist erforderlich, um eine gleichmäßige Mischung zu erhalten. Nach einigen Tagen ist der Kot genügend getrocknet, bei starkem Fettgehalt bleibt er dauernd feucht-fettig. Man bringt von dem luftgetrockneten wieder gewogenen Kot die ganze Menge oder nach möglichst intensivem Vermischen einen aliquoten Teil in den Trockenschrank und beläßt ihn darin etwa 6—8 Stunden bis zur völligen Trocknung. Dann wird wieder gewogen. Der Wassergehalt ergibt sich nach Abzug des Gewichtes der Schale aus der Differenz zwischen Anfangs- und Endgewicht. Der trockene Kot wird aus der Porzellanschale nach Möglichkeit herausgekratzt und durch Verreiben in einem Mörser pulverisiert oder durch eine Pulvermühle getrieben. Der pulverisierte Kot wird in einem gut schließenden Glasgefäß aufbewahrt.

**Erbrochenes** wird wie Kot behandelt.

**Schweiß:** Bei manchen Versuchen, wobei stark geschwitzt wird (z. B. im Dampfbad etc.), muß der Schweiß berücksichtigt werden. Die Versuchsperson wird dazu am besten mit einem Anzug aus gut ausgewaschenem Flanell bekleidet oder in eine derartige gut ausgewaschene Decke eingehüllt. Nach Beendigung wird die Bekleidung mehrmals gut ausgekocht, das Ausgekochte eingedampft und analysiert.

**Sonstige Angaben:** Substanzverlust durch Menstrualblut und Milch (eventuell auch Sperma) sind relativ beträchtlich und müssen eventuell berücksichtigt werden. Wenn man nicht direkt den Stoffwechsel derartiger Zustände untersuchen will, so vermeidet man damit behaftete Personen für Zwecke von Stoffwechselversuchen oder wartet ab, bis der Zustand vorüber ist.

Verluste durch Haare, Nägel etc. sind beim Menschen so gering, daß sie unberücksichtigt bleiben können.

Die Analyse der Ausscheidungen erfolgt nach denselben Methoden wie die Analyse der zugeführten Kost. Die Dauer und Anordnung des Stoffwechseler Versuches schwanken je nach seiner Art. In vielen Versuchen wird man einzelne Perioden durchzuführen versuchen.

**Versuchseinstellung:** Ist die Versuchskost nach den oben ausgeführten Gesichtspunkten möglichst praktisch gewählt, so wird sie der Versuchsperson zunächst womöglich 3—4 Tage gegeben, ehe man den Versuch beginnt, damit sich dieselbe auf die Kost einstellt und der Stoffwechsel gleichmäßig verläuft. Dies ist namentlich erforderlich bei Untersuchung des Eiweißstoffwechsels. Die Stickstoffausscheidung schwankt ganz erheblich, wenn von einer stickstoffreicheren zu einer stickstoffärmeren Kost und umgekehrt übergegangen wird, und man erhält gleichmäßigere Werte immer erst nach einigen Tagen.

**Versuchsverlauf:** Ist die Versuchsperson eingestellt, so beginnt der Versuch. Er hat stets aus Perioden mehrerer Tage zu bestehen. Zur Verfolgung der Ausscheidungen im Urin und Kot, bei welcher es vor allem auf die stickstoffhaltigen Bestandteile und die Salze ankommt, ist es nicht angängig, aus einem Tag irgendwelche Schlüsse zu ziehen. Auch im exaktesten Versuch bestehen immer mehr oder weniger ausgesprochene tägliche Schwankungen in der Ausfuhr, deren Größe individuell ist; solche Schwankungen gleichen sich periodisch gegenseitig aus, und darum ist der Mittelwert einer Periode mehrerer Tage (je länger desto besser, mindestens aber 3—4 Tage) der richtige. Mit Beginn und am Schluß jeder Periode wird der Kot abgegrenzt, wie oben angegeben. Man kann dann den Gehalt des Kotes an den zu untersuchenden Stoffen in der abgegrenzten Periode auf die einzelnen Tage derselben verteilen.

Soll der Einfluß bestimmter Stoffe auf den Stoffwechsel untersucht werden, so gliedert sich die Untersuchung in drei Perioden: Eine Vorperiode, in welcher der normale Stoffwechsel ermittelt wird, eine Hauptperiode, in welcher die spezifische Beeinflussung festgestellt wird, und eine Nachperiode, welche zeigt, wie lange der Einfluß nachhält, und wann der Stoffwechsel wieder normal, d. h. gleich dem der Vorperiode wird. Jede Periode dauert wiederum mehrere Tage.

**Bilanz:** Man berechnet nun die an jedem Tag im Urin, Kot (und eventuell Schweiß) ausgeschiedene Gesamtmenge der untersuchten Stoffe (Stickstoff, Harnstoff, Harnsäure, Phosphorsäure, Chlor etc.) und trägt ebenso wie die durch Analyse der Nahrung erhaltenen, täglich zugeführten Mengen derselben Stoffe in eine Tabelle ein. Bei Periodenversuchen ermittelt man übersichtshalber die Gesamtwerte und die Mittelwerte (Division der Gesamtwerte durch die Anzahl der Periodentage). Indem man die Gesamteinfuhr der Gesamtausfuhr gegenüberstellt, erfährt man, ob mehr eingeführt wird als ausgeführt, d. h. ob der Körper zurückhält = positive Bilanz, oder ob mehr ausgeführt als eingeführt wird, d. h. der Körper verliert = negative Bilanz, oder ob endlich Einfuhr und Ausfuhr gleichgroß ist = Gleichgewicht. Man kann auf diese Weise in längerandauernden Versuchen auch die ganz individuellen Einzelbedürfnisse bei den verschiedenen Konstitutionen ermitteln und ihr besonderes Verhalten zu verschiedenen Einzelstoffen genauer bestimmen.

#### 9) Untersuchungen zur Feststellung der Seitigkeit (Rechts-Links-Problem)

1. Händigkeit. Feinste, koordinierte Bewegung werden mit der führenden Hand leichter, schneller und exakter ausgeführt. Verrichtungen, die möglichst wenig Fremdeinflüssen unterworfen sind (vor allem Erziehung!), sind am aufschlußreichsten. Auf dieser Basis beruht die Mehrzahl der Testmethoden.

(n. LUDWIG)

	Männer und größere Knaben	Frauen und größere Mädchen	Kinder von 4—8 J.	Kinder unter 4 J.
Nur bei extremer Linkshändigkeit wird mit der linken Hand verrichtet	Suppe essen Flasche entkorken Schreiben	Wie links		
Unwillkürliche und wenig beachtete Handlungen	Handgesten beim Sprechen Zugreifen n. Gegenständen Ausspielen von Karten	Wie links	Reifen treiben Kreisel spielen Sticken, Stricken Suppe essen Erste Schreibversuche Bauen mit Bauklötzchen	Greifen oder zeigen nach Gegenständen Abwehrbewegungen und schlagen, Ball werfen Suppe essen Erste Schreib- und Malversuche auf Papier
Willkürliche erlernte einfache Handlungen	Stein werfen Karten mischen Peitschen knallen Zähne putzen Schuhe bürsten	Ball werfen Teppich klopfen Staub wischen Zähne putzen Schuhe bürsten		
Willkürliche komplizierte oder gefährliche Handlungen	Nähen, Nadel einfädeln Kegeln, Fechten, Tennis Billard Nagel einschlagen Schneiden mit dem Messer, besonders Brotschneiden	Nadel einfädeln Teller trocknen Apfel, Kartoffel schälen Schneiden mit dem Messer, besonders Brotschneiden		
Indizien nach LUDWIG	Applaudieren Händereiben	Wie links	Applaudieren	

Auch bei mäßiger Linkshändigkeit wird mit der linken Hand verrichtet



Zweckmäßigerweise geht man nicht nach einem bestimmten Schema vor, sondern prüft eine Versuchsperson mit einer größeren Zahl von reell auszuführenden Handlungen und durch Befragung so lange, bis größtmögliche Sicherheit über die ursprüngliche Veranlagung erreicht ist.

In der nebenstehenden Tabelle sind verschiedene Methoden zusammengestellt; von einem zum anderen Fall wechselt das Prädominieren einer bestimmten Prüfmethode.

Besonders zu beachten sind

1. Spontanbewegungen: Applaudieren, Händereiben, Zeigen und Greifen bei Kindern, Handgesten beim Sprechen.

2. Tätigkeiten am eigenen Körper: Naseputzen, Zähneputzen, Rasieren, Kämmen, Bürsten usw.

3. Spiele aller Art: Ballwurf, Speer-, Steinwurf usw. Kreisel, Peitsche, Balancieren auf der Hand, Kartenspiel, Tennis, Fechten, Handball usw.

4. Werkzeuggebrauch: Hammer, Zange, Feile, Säge, vor allem Laubsäge, Beil, Schnitzmesser usw.

5. Tätigkeiten im Haushalt: Alle Tätigkeiten in der Küche und im Haus (Schälen und Schneiden, Staubwischen, Nähen, Bügeln, Waschen u. a.).

6. Beginn von Malen und Schreiben (bei Kindern).

7. Ausführung von Spiegelschrift.

(n. STRANGMANN)

Beurteilung siehe Tab. S. 652.

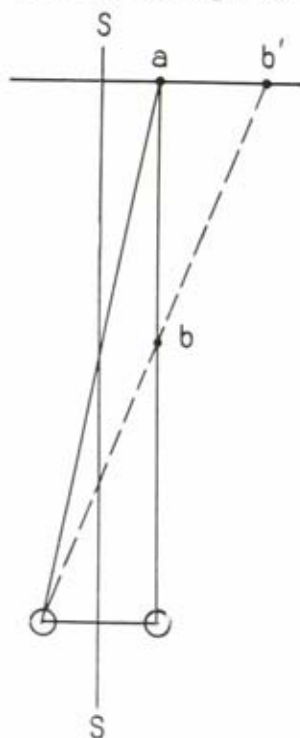
2. Beinigkeit. Die folgende Tabelle gibt eine Liste der Tätigkeiten, bei denen ein Bein irgendwie eine bevorzugte Rolle spielt. Die erste Gruppe in dieser Liste (linke Spalte: beidbeinig oder mit geringer Bevorzugung) betrifft solche Merkmale, die in Wirklichkeit zweibeinig sind; die zweite Gruppe findet

1. Beidbeinig oder mit geringer Bevorzugung	<p>Schlittschuh laufen Ballett tanzen</p> <p>Stuhl besteigen Beine übereinanderschlagen In den Sattel steigen beim Hochsprung</p> <p>Fuß auf Spaten beim Graben Hüpfen auf einem Bein Rücktrittbremse</p>	<p>—</p> <p>Nur sehr schwierige Schritte lernt der Rechtshänder besser rechts</p> <p>Nur 54 % der Rechts- und 61 % der Linkshänder sprangen mit dem Bein der bevorzugten Seite ab</p> <p>(Gleichgewicht, Ermüdung)</p>
2. Zur Erkennung extremer Linksbeinigkeit geeignet	<p>Aufsteigen auf Fahrrad älterer Konstruktion</p> <p>Aufsteigen auf Fahrrad neuerer Konstruktion (Rücktrittbremse) Spinnrad treten</p>	<p>Der hierzu an allen Rädern links an der Hinterradachse angebrachte Sporn wurde von extremen Linksfüßlern rechts anmontiert, weil diesen das Abstoßen vom Boden mit dem linken Bein leichter fällt</p> <p>Extreme Linksfüßler (13 unter 20 Linkshändern) steigen rechts auf Extreme Linksfüßler montieren das Trittbrett zur Drehung der Kurbel links an</p>
3. Gute Kriterien für Linksbeinigkeit	<p>Absprung (Vorwerfen welchen Beines beim Weitsprung?) Schlittern Ballstoß</p>	

(n. LUDWIG)

sich nur bei extremer Beinigkeit, die dritte Gruppe stellt gute Kriterien für die Überprüfung der Linksbeinigkeit dar.

3. **Äugigkeit.** Beim Fixieren eines Objektes wird von den vor und hinter ihm liegenden Gegenständen kein Doppelbild wahrgenommen, weil praktisch nur mit einem Auge fixiert wird. Die dem anderen Auge zugehörenden Bilder jener Gegenstände werden in der Regel unbewußt unterdrückt. Die Prüfungsmethoden zur Feststellung der Äugigkeit benutzen diese Tatsache. Bei den folgenden Methoden 1—7 ist das Prinzip folgendes: a wird fixiert (beide Augen offen), b wird (für das führende Auge) mit a zur Deckung gebracht. Das b' projizierte Bild von b wird für das nichtführende Auge unterdrückt. Wechselseitiges Schließen der Augen läßt das führende ermitteln (S = Sagittalebene):



1. ROSENBACH (1903): a = Fensterkreuz; b = Zeigefinger der VP (nach freier Wahl) senkrecht vor das Gesicht gehalten.

2. HILLEMANN (1927): a = Fensterkreuz; b = Bleistift, der von rechts nach links und umgekehrt durch den Versuchsleiter über den Schraum der VP hinweggeführt wird.

3. MILLS (1925): a = irgendein Objekt in einiger Entfernung; b = Finger der VP, die bewußt auf das Objekt zeigt.

4. LINEBACK (1928): a = Skala mit deutlicher, vertikaler Markierung in der Mitte; b = vertikaler Stab bzw. herabhängender Bindfaden.

5. ENGELAND (1922): a = das eigene Spiegelbild der VP; b = (Tinten-)Punkt auf der Spiegelfläche (vom Verfasser modifiziert, s. unten).

6. Modifizierter HERINGScher Versuch: a = Objekt außerhalb des Hauses; b = Punkt auf dem Fensterglas.

7. Fädeltest: a = Nähnadel; b = weißer Faden.

Abb. 312. Äugigkeitsschema (Rechtsäuger). Punkt a wird fixiert, b scheint a zu verdecken, da das vom linken Auge nach b' lokalisierte Bild von b unterdrückt wird. (S s = Sagittalebene.) (Nach W. LUDWIG.)

Hinweisende Vorversuche zur Feststellung der Äugigkeit:

- Benutzung von Lupe oder Mikroskop (Vorsicht bei Training bei Studierenden der Medizin und Naturwissenschaften!)
- Durchschauen durch eine feststehende Attrappe eines astronomischen Fernrohres oder Schlüsselloches (feststehend deshalb, um Händigkeit auszuschalten!)
- Befragen über die Art der Benutzung von Schußwaffen (ehem. Soldaten).

Als Hauptteste benutzte man zweckmäßigerweise den Nadeltest in der Modifikation von STRANGMANN: Das Einfädeln eines Fadens in eine Nähnadel, ursprünglich ein Test für die Händigkeit, läßt sich auch für die Feststellung der Äugigkeit benutzen.

**Ausführung:** Nach gleichzeitiger Übergabe von Nadel und Faden

- spontanes Einführen von freier Wahl d. h. nach Gewohnheit,

- b) Aufforderung zu umgekehrter Haltung von Faden und Nadel und anschließendem Einfädeln (Öhr immer parallel zur Stirn).

Bei dieser Umkehrung zeigt sich deutlich, welche Hand die aktive war und mit welchem Auge das Nadelöhr fixiert wurde.

Beispiel für die Auswertung: Nadel in der linken, Faden in der rechten Hand:

- a) R-Auger und R-Händer schieben Faden von vorn durch die Nadel, rechtes Auge fixiert das Ohr.
- b) R-Auger und L-Händer schieben Nadel von hinten über Faden, rechtes Auge fixiert.
- c) L-Auger und R-Händer: Entweder wie a), nur wird das Ohr mit linkem Auge fixiert, oder Faden wird von hinten nach vorn durch das Ohr geschoben, während linkes Auge fixiert.
- d) L-Auger und L-Händer: Die Nadel wird von vorn über den Faden geschoben, linkes Auge fixiert.

Etwas mehr Aufwand erfordert der von STRANGMANN modifizierte Spiegeltest nach ENGELAND. Dieser Test gab in einer größeren Untersuchungsreihe die sicherste Information; er ist bei geringer Abänderung sogar schon bei Kindern etwa ab 3 Jahren erfolgreich (man hält dem Kinde den Spiegel in der richtigen Weise vor und läßt es selbst die Stelle auf seinem Gesicht bezeichnen, an dem es den Punkt wahrnimmt). Der Spiegeltest versagte nur bei besonders nervösen Probanden.

Für den Spiegeltest benutzt man einen Metallspiegel von  $7,5 \times 5,5$  cm, der zentral mit einem schwarzen Punkt von 1,5 mm Durchmesser versehen ist. Äußere Voraussetzungen zum Gelingen des Versuches: Proband und Versuchsleiter sitzen sich direkt gegenüber. Beide Gesichtshälften des Probanden müssen gleichen Helligkeitswert haben (nicht zu grell!). Spiegelhaltung: Völlige Ruhestellung, Aufstützen der Arme, normale und individuell gewählte Entfernung. Drehung des Spiegels um die Vertikalachse nur auf Anweisung.

Ausführung des Tests: Zur Prüfung auf unbewußte Bevorzugung eines Auges (als Beispiel R-Auger) zuerst Stellung 1 einnehmen lassen: Spiegel und Gesichtsebene parallel, VP. fixiert die Nasenspitze ihres Spiegelbildes. Sekundär wird dann der linke Punkt wahrgenommen, bzw. mindestens stärker als der rechte. Stellung 2: Versuchsperson dreht Spiegelebene so, daß linker Punkt, Nasenspitze des Spiegelbildes und rechter Augendrehpunkt in eine Achse fallen. Der rechte Punkt wird dann von der führenden linken Hemisphäre völlig bis  $\pm$  unterdrückt und wird der VP. erst nach Schluß des rechten Auges bewußt durch scheinbares Springen des Punktes. Bei geschlossenem rechten Auge wird nun der ins Bewußtsein getretene rechte Punkt mit der Nasenspitze und dem linken Auge in eine Achse gebracht. Kurzes Schließen beider Augen und nachfolgendes Öffnen beider zeigt, ob die Prävalenz des rechten Auges so stark ist, daß der linke Punkt irgendwo auf der Wange wahrgenommen wird oder ob auch jetzt nur der rechte Punkt auf der Nasenspitze gesehen wird. Verschiedene Grade der Prävalenz lassen sich so abschätzend feststellen (nach STRANGMANN).

## Literatur

- ANDRESEN, T. T., 1941: Untersuchungen über das Blutgruppensystem P, bestimmt durch ein kräftiges Isoagglutinin. Zschr. Immunit.forsch. **100**, 429.
- ANTWEILER, H. J., 1952: Die quantitative Elektrophorese in der Medizin. Springer, Berlin.
- ARBENZ, H., 1952: Untersuchungen über die pH-Werte der normalen Hautoberfläche. Dermatologica **105**, 333.
- ARMSTRONG, D., DOY, R., and MARKHAM, J., 1951: Eine Methode zur Untersuchung chemischer Reizstoffe für die Haut des Menschen. J. Physiol. **115**, 59.
- AUERSWALD, W., u. BORNSCHIEIN, H., 1948: Die Temperaturtopographie der menschlichen Haut in ihrer Abhängigkeit zu Alter und Geschlecht. Zschr. phys. Ther. **1948**, 107.
- BAITSCH, H., 1954: Zur Beurteilung der Norm im Elektrodermatogramm. Arch. phys. Ther. **6**, 390.
- BANZHAF, A., 1954: Über konstitutionelle Unterschiede im Säurebindungsvermögen der Haut. Med. Diss. München.
- BERNDT, H., 1949: Die Bedeutung der Ponsold'schen Erschöpfungsmethode für die Entwicklung der A-Untergruppendifferenzierung. Ärztl. Wschr. **4**, 175.
- BLINOV, N., 1940: Eine vereinfachte Methode zur Differenzierung der Untergruppen A<sub>1</sub> und A<sub>2</sub>. Klin. Wschr. **13**, 1025.



- 1940: La détermination des groupes sanguins à l'aide de sérum séchés sur papier. *Sang* 14, 12.
- BOCK, M., FINK, M. A., u. EILERS, M., 1948: Erfahrungen auf dem Gebiet der Rh-Faktor-Bestimmung. *Ärztl. Wschr.* 3, 513.
- BÖHMER, K., u. GREINER, H., 1949: Über die Sicherheit der geläufigen Untersuchungsmethoden bei der A-Untergruppenbestimmung. *Zschr. Immunit.forsch.* 108, 328.
- BÖNI, A. et al., 1954: Zur Resorption von radioaktiv markiertem Sulfat ( $-S^{35}O_4$ ) durch die menschliche Haut. *Dtsch. med. Wschr.* 79, 1617.
- BOTSZTEJN, CH., 1942: Zur Kenntnis der Geschmacksblindheit gegenüber PTC in der Züricher Bevölkerung und deren Erbgang. *Arch. Julius-Klaus-Stiftung* 17, 109.
- BOYD, W. C., 1939: Production and preservation of specific anti-sera for blood-group factors A, B, M and N. *J. Immunol.* 37, 65.
- BRAASCH, F., 1951: Der Kopfsenkeversuch als Hilfsmittel zur objektiven Beurteilung neuro-zirkulatorischer Dystonie. *Med. Klin.* 46, 1078.
- BRUGSCH, TH., 1948: Lehrbuch der Herz- und Gefäßkrankheiten. Hirzel, Zürich.
- u. SCHITTENHELM, A., 1923—1929: Klinische Laboratoriumstechnik 2. Aufl. der Technik der speziellen klinischen Untersuchungsmethoden. 4 Bde. Urban-Schwarzenberg, Berlin-Wien.
- BÜRGER, M., u. KNOBLOCH, H., 1956: Die Hand des Kranken. J. F. Lehmann, München.
- BÜRGI, E., 1941: Die Durchlässigkeit der Haut für Arzneimittel und Gifte. Springer, Wien.
- BÜRKLE DE LA CAMP, H., 1933: Über die Unzuverlässigkeit der Testsera. *Dtsch. Zschr. Chir.* 240, 450.
- CLAUBERG, K. W., 1937: Über Erfahrungen mit eingeeingten Seren zum Nachweis des defekten N-Faktors. *Klin. Wschr.* 16, 1749.
- COOMBS, R. R. A., MOURANT, A. E., and RACE, R. R., 1945: A new test for the detection of weak and „incomplete“ Rh-agglutinins. *Brit. J. Exper. Path.* 26, 255.
- CRAMER, FR., 1953: Papierchromatographie. 2. Aufl. Verl. Chemie, Weinheim/Bergstr.
- CROME, W., 1933: Über die Untersuchungstechnik der Blutgruppeneigenschaften M und N und Mitteilungen weiterer Untersuchungsergebnisse. *Dtsch. Zschr. gerichtl. Med.* 21, 435.
- DAHR, P., 1940: Die Blutgruppenbestimmung als Blutsenkungsreaktion. *Zschr. Immunit.forsch.* 98, 30.
- 1952: Die Technik der Blutgruppen- und Blutfaktorenbestimmung. Thieme, Stuttgart.
- 1953: Kritik am sogenannten positiven Vaterschaftsnachweis nach Löns. *Dtsch. med. Wschr.* 24, 871.
- u. REGENBOGEN, E., 1952: Blutgruppenbestimmung und Bluttransfusion. Thieme, Stuttgart.
- DAHR, P., u. KINDLER, M., 1953: Untersuchungen über die theoretischen Grundlagen des positiven Vaterschaftsnachweises nach Löns. *Zschr. Hyg.* 137, 557.
- u. MANZ, R., 1947: Vorschlag zur Methodik gerichtlicher A-Untergruppenuntersuchungen. *Ärztl. Wschr.* 2, 1132.
- DRISCHEL, H., 1952: Zur physiologischen Problematik vegetativer Regulationsprüfungen. *Zschr. ges. inn. Med.* 7, 1060.
- EDAM, K., 1953: Praktische Anleitung zur Grundumsatzbestimmung nach Douglas-Haldane. *Med. Wschr.* 7, 791.
- EHRHARDT, S., 1952: Vergleichende Geschmacksprüfung von PTC und Conteben. *Homo* 3, 153.
- ELBEL, H., 1935: Zur Technik der Untersuchung auf die Bluteigenschaften M und N. *Dtsch. Zschr. gerichtl. Med.* 24, 242.
- ESSER, H., HEINZLER, F., KAZMEIER, F., u. SCHOLTEN, W., 1952: Vergleichende Untersuchungen über die Trennung der Serumweißfraktionen mittels Papierelektrophorese und der Elektrophorese-Apparatur nach Tiselius. *Ärztl. Forsch.* 6, 156.
- EYER, 1939: Ein einfaches Verfahren zur Steigerung der Sicherheit von Blutgruppenbestimmungen bei Massenuntersuchungen. *Dtsch. Militärarzt* 4, 271.
- FRIEDENREICH, V., 1931: Über die Serologie der Untergruppe  $A_1$  und  $A_2$ . *Zschr. Immunit.forsch.* 71, 314.
- u. ZACHO, E., 1931: Die Differenzialdiagnose zwischen den „Unter“-gruppen. *Zschr. Rassenphysiol.* 4, 164.
- GAHLEN, W., u. KLÜKEN, N., 1954: Über Variation, Norm und Labilität der Hauttemperatur. *Klin. Wschr.* 32, 1007.
- GERHEIM, E. B., BERKUT, M. K., u. GERHEIM, J. K., 1949: Simplified technic for preparing group. *Proc. Soc. Exper. Biol. Med.* 72, 394.
- GLATZEL, H., 1954: Ernährungskrankheiten. Im Hdb. d. Inn. Med. 6/2. 4. Aufl. Springer, Berlin, Göttingen und Heidelberg.

- GÖFFERT, H., 1949: Über Meßmethodik bei einigen neueren Grundumsatzapparaturen. Dtsch. Arch. klin. Med. **194**, 514.
- GRASSMANN, W., HANNIG, K., u. KNEDEL, M., 1951: Über ein Verfahren zur elektrophoretischen Bestimmung d. Serumproteine auf Filtrierpapier. Dtsch. med. Wschr. **11**, 333.
- GRATZI, K., u. MARTIN, U., 1952: Das Vegetonogramm. Med. Mschr. **1952**, 507.
- GUTHOF, O., u. STEINWACHS, K. J., 1952: Nachweis natürlicher Anti-P-Agglutinine beim Menschen und ihre Beeinflussung durch Transfusionen P-positiven Blutes. Zschr. Immunit.forsch. **109**, 97.
- HATTERSLEY, P. G., 1947: A new rapid technique for Rh-typing. J. Laborat. Clin. Med. **32**, 1024.
- HEIDELMANN, G., 1953: Die Bestimmung der akralen Wiedererwärmungszeit als Regulationstest. Acta neuroveget. **8**, 211.
- HEINES, K. D., 1951: Testmethoden am vegetativen Nervensystem. Fsch. Neurol. **19**, 21.
- HENNINGSEN, K., 1949: Investigations on the bloodfactor P. Acta path. microbiol. Scand. **26**, 639.
- 1950: Etude d'ensemble du facteur sanguin P. Rev. hémat. **276**.
- HEROLD, K., u. ANACKER, J., 1938: Die Bedeutung der Kapillarmethode für die Durchführung des vollkommenen Kreuzversuches bei Blutgruppenbestimmungen von Neugeborenen zu klinischen und forensischen Zwecken. Zschr. Rassenphysiol. **10**, 1.
- HILGERMANN, R., 1938: Die Gewinnung spezifischer Anti-M- und Anti-N-Sera bei 100 % der immunisierten Tiere. Klin. Wschr. **17**, 537.
- HILLER, J., STRAUSS, E., u. JAKOB, A., 1953: Zur Resorption markierter Salzlösungen unter der Wirkung hyperämischer Substanzen. Arzneim.-Forsch. **3**, 515.
- HIRSCH, F., 1952: Das Haar als diagnostisches Hilfsmittel. Heilkunst **65**, 60.
- HOLZER, F. J., 1935: Ein praktischer Behelf zur Aufbewahrung der Sera und Erfahrungen über ihre Haltbarkeit. Dtsch. Zschr. gerichtl. Med. **25**, 373.
- 1936: Zum Nachweis der Blutgruppeneigenschaften M und N. Dtsch. Zschr. gerichtl. Med. **26**, 515.
- HUMMEL, K., 1950: Der Nachweis bindender, aber nicht agglutinierender Antikörper („Glutinine“) in Blutgruppenserum mit Hilfe von Polyvinylpyrrolidon. Zschr. Immunit.forsch. **107**, 418.
- 1951: Über die erhöhte Fällbarkeit der nach Thomsen transformierten roten Blutkörperchen und ein sich hieraus ergebender Konglutinationstest. Zschr. Immunit.forsch. **108**, 233.
- u. HAMBURGER, P., 1951: Weitere Mitteilungen über den Konglutinationstest mittels Polyvinylpyrrolidon (Kollidontest). Zschr. Immunit.forsch. **108**, 357.
- JÄGER, R., u. JÄGER, F., 1939: Fluoreszenzmikroskopie im auffallenden Licht. Zschr. Wiss. Mikroskopie **56**, 273.
- JAENSCH, P. A., 1947: Einführung in die Augenheilkunde. Thieme, Stuttgart.
- JANSSEN, L. W., 1951: Electrophoretic studies on serum proteins. North Holland Publishing Comp., Amsterdam.
- JANTSCH, H., u. SCHUHFRID, F., 1952: Die Spannungskennlinie der Haut, eine Erweiterung des Elektrodermatogramms. Wien. med. Wschr. **102**, 1026.
- JONSSON, B., 1933: Über die Herstellung von gebrauchsfertigem Anti-M- und Anti-N-Trockenserum. Acta path. microbiol. Scand. **10**, 438.
- JUNGMANN, H., 1953: Kritisches zur Pulscurvenregistrierung und ihrer Auswertung. Zschr. exper. Med. **122**, 60.
- KANZ, E., 1949: Beeinflussung der Sinnesempfindungen durch das Wetter. Grenzgeb. d. Med. **1949**, 194.
- 1951: Wetterwirkung auf die menschliche Physis und Psyche als Ergebnis experimenteller Untersuchungen. Arch. Hyg. Bakt. **135**, 83.
- KINDLER, M., 1953: Beitrag zur Frage der Konservierung von Blutgruppen-Testserum. Zschr. Immunit.forsch. **110**, 383.
- KNIIPPING, H. W., 1950: Beitrag zur klinischen Gasstoffwechseluntersuchung. Zschr. exper. Med. **115**, 722.
- ROBERT-KOCH-INSTITUT, 1942: Arbeitsanweisung für die Ausführung gerichtlicher Blutgruppenbestimmungen. Reichsdruckerei, Berlin.
- KRAH, E., 1952: Der Gehalt menschlicher Organe an M/N-Substanz und ein modifiziertes Verfahren zur Herstellung spez. Anti-N-Abgüsse. Zschr. Immunit.forsch. **109**, 516.
- 1953: Das Verhalten der Anti-M-Rohserum bei der Absorption mit menschlichen Organzellen. Zschr. Immunit.forsch. **110**, 52.
- KRAH, E., u. HARTER, F., 1951: Über erfolgreiche P-Immunisierung. Klin. Wschr. **29**, 229.
- 1951: Über Erfahrungen bei der Gewinnung tierischer P-Antiseren. Zschr. Immunit.forsch. **108**, 370.
- 1951: Über Anti-P-Immunserum von Kaninchen. Zschr. Immunit.forsch. **108**, 434.

- KRÜPE, M., 1950: Über Anti-O-Hämoagglutinine pflanzlicher Herkunft. *Zschr. Immunit.-forsch.* **107**, 450.
- LANDSTEINER, K., 1933: Die Spezifität der serologischen Reaktionen. Springer, Berlin.
- 1947: The specificity of serological reactions. Cambridge, Massachusetts, Harvard Univ. Press.
- LANG, K., u. RANKE, O. F., 1950: Stoffwechsel und Ernährung. Springer, Berlin, Göttingen und Heidelberg.
- LANGENBERG, H., 1940: Die Bedeutung der Faktoren M und N für die forensische Medizin, unter besonderer Berücksichtigung der dem  $N_2$ -Nachweis dienenden Verfahren. *Zschr. Immunit.forsch.* **97**, 48.
- LATTES, L., 1922: Sulla Autoagglutinatione del sangue. *Hämatologica* **3**, 101.
- LEHNHARTZ, E., 1952: Einführung in die chemische Physiologie. 9. Aufl. Springer, Berlin, Göttingen und Heidelberg.
- LEIPERT, TH., PIERINGER, W., u. PILGERSTORFER, W., 1953: Laboratoriumsdiagnostik. Urban u. Schwarzenberg, Wien und Innsbruck.
- LÖNS, M., 1950: Der positive Vaterschaftsnachweis. *Zschr. Hyg.* **131**, 371.
- LUDWIG, W., 1932: Rechts-links-Problem im Tierreich und beim Menschen. Springer, Berlin.
- MACH, W., u. GEFFERT, R., 1953: Eine neue Methode der Schnellelektrophorese durch mittel- oder hochfrequente Impulse. *Arzneim.-Forsch.* **10**, 534.
- MAYR, J., 1951: Hauttemperaturmessungen bei percutanen Applikationen von Histamin-Nicotinat. *Med. Klinik* **46**, 179.
- MEIER, A., 1950: Über Abläufe im vegetativen Geschehen. *Med. Klin.* **45**, 1335.
- MENGERING, B., 1949: Elektrische Registrierung affektiver Bindungen zur Feststellung unterbewußter Erinnerungsinhalte. *Grenzgeb. d. Med.* **1949**, 524.
- 1949: Objektiver Schmerznachweis bei Simulation und Dissimulation. *Grenzgeb. d. Med.* **1949**, 244.
- MERKEL, H., 1935: Über die Blutgruppen und die Faktorenbestimmung mit besonderer Berücksichtigung unserer Erfahrungen in der forensischen Praxis. *Münch. med. Wschr.* **82**, 158.
- MILLER, A. T. jr., and BLYTH, C. S., 1953: Lean body mass as a metabolic reference standard. *J. Appl. Physiol.* **5**, 311.
- MOLLISON, TH., 1924: Serodiagnostik als Methode der Tiersystematik und Anthropologie. Abderhalden's Hdb. biol. Arbeitsmeth. Abt. 9, 553. Urban-Schwarzenberg, Berlin und Wien.
- MORRISON, P. R., 1947: An automatic apparatus for the determination of oxygen consumption. *J. biol. Chem.* **169**, 667.
- MOSEF, F., 1954: Untersuchung auf periphere Durchblutungsstörungen (Methoden). *Klin. Tabellen* 6/16 *Med. Klinik* **49**.
- MOURANT, A. E., 1949: Rh-Faktor und Rh-Nachweis. *Zbl. Bakt.-Abt. I Org.* **153**, 1.
- MUELLER, B., 1953: Lehrbuch der gerichtlichen Medizin. Springer, Berlin, Göttingen und Heidelberg.
- MÜLLER, O., 1937: Die feinsten Blutgefäße des Menschen I. Enke, Stuttgart.
- V. MURALT, A., 1948: Praktische Physiologie. Springer, Berlin und Heidelberg.
- NESSWETHA, W., 1953: Elektrodermatogramm und vegetatives Nervensystem. *Klin. Wschr.* **31**, 541.
- NIEDEN, A., 1947: Schriftproben zur Bestimmung der Sehschärfe. 8. Aufl. Bergmann, München.
- OLBRICH, S., 1936: Über die Herstellung und Absorption von Anti-M- und Anti-N-Immunsereen, unter besonderer Berücksichtigung der Absorptionstechnik zur Erzielung optimaler Abgüsse. *Zschr. Immunit.forsch.* **90**, 271.
- 1937: Über die Haltbarkeit der absorbierten Immunsereen für die M-N-Diagnostik der Blutgruppen. *Zschr. Immunit.forsch.* **91**, 271.
- 1938: Über das Antikörperbildungsvermögen bei Mäusen nach Immunisierung mit menschlichen Blutkörperchen und über die Verwendungsmöglichkeit hierbei gewonnener Anti-O-Seren für die  $A_1/A_2$ -Diagnostik und den Genotypennachweis. *Arb. Inst. exper. Ther. Frankfurt a. M.* **36**, 89.
- 1938: Zur staatlichen Prüfung der Blutgruppen-Testseren, insbesondere der Anti-M- und Anti-N-Immunsereen. *Dtsch. med. Wschr.* **64**, 403.
- 1938: Über Gewinnung hochwertiger Anti-N-Immunsereen durch kombinierte passive und aktive Immunisierung von Kaninchen. *Zschr. Immunit.forsch.* **94**, 247.
- 1939: Über die Zuverlässigkeit der Blutgruppenuntersuchungen nach bisher geübten Verfahren und die hierfür geeignete Verwendung von Mischseren. *Dtsch. Militärarzt* **5**, 34.



- 1940: Weitere Erfahrungen mit der Simultan-Impfung von Kaninchen zur Gewinnung besonders hochwertiger Anti-N-Immunsereen für die gerichtliche Blutgruppendiagnostik. *Zschr. Immunit.forsch.* **98**, 149.
- 1941: Das Blutmerkmal „N<sub>2</sub>“ und sein serologischer Nachweis mittels der von LANGENBERG angegebenen Verfahren. *Zschr. Immunit.forsch.* **99**, 363.
- OLBRICH, S., u. WALTHER, E., 1941: Vergleichende Untersuchungen über den Anti-A<sub>1</sub>/A<sub>2</sub>-Titer von Anti-A-Seren und seine blutgruppen-diagnostische Bedeutung. *Zschr. Immunit.forsch.* **99**, 194.
- ORTH, G. W., u. SCHRÖDER, W., 1951: Untersuchungen über die Gewinnung menschlicher Anti-Rh-Immun-Seren für die diagnostischen Zwecke. I. Mitteilung. *Zschr. Immunit.forsch.* **108**, 509.
- OTT, H., HUBER, H., u. KÖRVER, G., 1952: Ein Vergleich der Elektrophoresemethoden nach TISELIUS, ANTWEILER und TURBA. *Klin. Wschr.* **1**, 34.
- PALMIERI, V. M., 1931: Die Blutgruppenbestimmung an der Leiche. *Dtsch. Zschr. gerichtl. Med.* **18**, 446.
- PHILIPSBORN, E. v., 1948: Die Bedeutung des kutanen, lokalen Abkühlungsversuches nach IPSEN für die Beurteilung innerer Krankheiten. *Med. Mschr.* **2**, 467.
- PIETRUSKY, F., 1929: Technik der Blutgruppenuntersuchung. *Med. Welt* **3**, 562.
- 1937: Über eingeeigte Seren und andere Untersuchungsmethoden zum Nachweis des schwachen N-Rezeptors (N<sub>2</sub>) im Blut. *Dtsch. Zschr. gerichtl. Med.* **28**, 468.
- 1940: Technik der Blutgruppenbestimmung mit Einführung in die Blutgruppenpraxis für Krankenhausärzte und gerichtliche Sachverständige. Springer, Berlin.
- PLÜCKTHUN, H., u. GÖTTING, H., 1951: Beitrag zur Methode der elektrophoretischen Untersuchung der Serumeiweißkörper auf Filtrierpapier. *Klin. Wschr.* **23**, 415.
- POLAYES, S. H., 1932: Principles and technic of the determination of blood groups. *Med. Times* **60**, 206.
- PONDMANN, A., 1937: Über die Herstellung von Anti-M- und Anti-N-Testflüssigkeiten. *Dtsch. Zschr. gerichtl. Med.* **24**, 60.
- PONSOLD, A., 1933: Die Bestimmbarkeit der Blutgruppenzugehörigkeit an frischem Blut in der Kapillare. *Münch. med. Wschr.* **80**, 1594.
- 1935: Der Nachweis von Agglutininen schwächster Wirksamkeit. (Eine Methode zur Bestimmung der Agglutinine im Serum von Säuglingen in den ersten Lebensmonaten). *Dtsch. Zschr. gerichtl. Med.* **24**, 60.
- 1936: Ein Absorptionsverfahren ohne Titerreduktionsbestimmung zum Nachweis der Blutimmungsfaktoren M und N. *Dtsch. Zschr. gerichtl. Med.* **26**, 303.
- 1937: Ein Mikroabsorptionsverfahren zum Nachweis der Blutgruppen A<sub>1</sub> und A<sub>2</sub>. *Dtsch. Zschr. gerichtl. Med.* **28**, 24.
- 1938: Säuglingsagglutinine und Kapillarmethode. *Zschr. Rassenphysiol.* **10**, 69.
- 1948: Absorptionsnachweis der Untergruppen A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> und A<sub>3</sub> durch Erschöpfung eines Serums. *Dtsch. Zschr. gerichtl. Med.* **39**, 409.
- 1950: Lehrbuch der gerichtlichen Medizin. Thieme, Stuttgart.
- PONTANI, G. W., 1937: Zur Frage der Technik der Blutgruppenbestimmung bei Massenuntersuchungen. *Dtsch. Militärarzt* **2**, 19.
- PROKOP, O., PETTENKOFER, H. J., u. NAGEL, V., 1953: Über den Anti-P-Gehalt menschlicher Seren. *Zschr. Hyg.* **136**, 610.
- RASCH, L. H., 1954: Lehrbuch der Blutgruppenkunde. De Gruyter, Berlin.
- REGELSBERGER, H., 1949: Das Elektrodermatogramm und seine Messung. *Med. Klinik* **44**, 743.
- 1952: Der bedingte Reflex und die vegetative Rhythmik des Menschen, dargestellt am Elektrodermatogramm. Springer, Wien.
- REIN, H., 1947: Einführung in die Physiologie des Menschen. 8. Aufl. Springer, Heidelberg.
- RIVA, G., 1952: Zur Semeiologie des elektrophoretischen Serumeiweißbildes. *Schweiz. med. Wschr.* **82**, 1108.
- RIVA, G., u. MARTIN, V., 1953: Erfahrungen mit Papierelektrophorese. *Schweiz. med. Wschr.* **83**, 73.
- RUBNER, M., 1928: Physiologische Verbrennungswerte, Ausnutzung und Kostmaß. In *Hdb. d. norm. u. path. Physiologie* **5**, Springer, Heidelberg.
- SACHS, H., 1942: Salt concentration in blood-grouping technique. *Lancet* **473**.
- SCHACHEWITZ, H., 1934: Untersuchungen über die Brauchbarkeit fabrikmäßig hergestellter Anti-M- und Anti-N-Sera für die forensische Praxis. *Dtsch. Zschr. gerichtl. Med.* **23**, 363.
- SCHIECK, F., u. ENGELKING, E., 1949: Grundriß der Augenheilkunde. 11. Aufl. Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg.
- SCHIFF, F., 1927: Über den serologischen Nachweis der Blutgruppeneigenschaft. *O. Klin. Wschr.* **6**, 303.

- 1932: Die Technik der Blutgruppenuntersuchung für Kliniker und Gerichtsärzte. Nebst Berücksichtigung ihrer Anwendung in der Anthropologie und der Vererbungs- und Konstitutionsforschung. Springer, Berlin.
- SCHIFF, F., u. WEILER, G., 1931: Fermente und Blutgruppen. *Biochem. Zschr.* **235**, 454.
- SCHINZ, H. R., 1942: Geschmackstüchtigkeit, Geschmacksschwäche und Geschmacksblindheit gegen Phenylthioharnstoff und deren Deutung als Polyallelie. *Erbarzt* **10**.
- SCHMENGLER, E., u. SCHOLTAN, W., 1952: Vergleichende makro- und mikroelektrophoretische Untersuchungen. *Ärztl. Forsch.* **6**, 152.
- SCHMID, M., 1952: Vergleichende Untersuchungen über die Säure-Basen-Verhältnisse auf der Haut. *Dermatologica* **104**, 367.
- SCHMIDT, G., 1950: Über den Einfluß von Periston auf einige serologische Phänomene in vitro. *Zschr. Immunit.forsch.* **107**, 341.
- SCHMIDT, H., 1950: Fortschritte der Serologie. Steinkopff, Frankfurt a. M.
- SCHNELLER, P., 1954: Diagnostik der Herdkrankheiten durch Kapillarwandprüfung mit Vasotest. *Münch. Med. Wschr.* **96**, 926.
- SCHÖNDUBE, W., 1954: Der Atemstoß, seine Messung und sein klinischer Wert. *Medizinische* **1954**, 1350.
- SCHÖTT, E. D., 1928: Blutgruppenbestimmung zu anthropologischen Zwecken. *Zschr. Rasserphysiol.* **1**, 35.
- SCHOLTAN, W., 1952: Fraktionierung der Serumeiweißkörper durch Natriumsulfat-Füllung und die elektrophoretische Bestimmung. *Ärztl. Forsch.* **6**, 133.
- SEIDEL, H. D., 1953: Vergleichende Prüfung verschiedener Untersuchungsmethoden zum Nachweis schwacher blockierender Antikörper insbesondere des Rh-Systems. *Zschr. Hyg.* **137**, 228.
- SRAMLIK, E. v., 1936: Eine Vorrichtung zur Prüfung der Leistungen des Geruchssinnes. *Münch. med. Wschr.* **83**, 1564.
- 1937: Verfahren zur Prüfung der Leistungen des Geruchssinnes, neue Verfahren zur Prüfung der Leistungen des Geschmackssinnes; neue Verfahren zur Erforschung der Leistungen des Druck-, Temperatur-, Schmerz- und Kraftsinnes. *Abderhalden's Hdb. biol. Arbeitsmethoden* **5**, 1677, Urban-Schwarzenberg, Berlin-Wien.
- SPECKMANN, K. B., 1951: Über die konsensuellen Fingergefäßreaktionen als Test der Vasomotorenfunktion. *Nervenarzt* **22**, 220.
- SPEISER, P., RIGL, E., u. NEUBOLD, R., 1953: Über den Wert des Papaintestes in der Serologie der Blutfaktoren. *Zschr. Immunit.forsch.* **110**, 93.
- SPIELMANN, W., 1950: Untersuchungen über das serologische Verhalten der konglutinierenden Antikörper, insbesondere über das Wesen der Konglutinationsreaktion. *Zschr. Immunit.forsch.* **107**, 503.
- 1951: Über das serologische Verhalten der konglutinierenden Antikörper. 2. Mitteilung. *Zschr. Immunit.forsch.* **108**, 443.
- 1952: Über die Beurteilung von Rh-Antikörpern, unter besonderer Berücksichtigung des quantitativen Coombs- und Papain-Testes. 3. Mitteilung über das serologische Verhalten der unvollständigen Antikörper. *Zschr. Immunit.forsch.* **109**, 475.
- SPIELMANN, W., u. SCHMITT, G., 1950: Über die Gewinnung und Verwendbarkeit von Anti-O-Rinderseren. *Zschr. Hyg.* **131**, 393.
- STEFFAN, P., 1932: Handbuch der Blutgruppenkunde. Lehmann, München.
- STAPP, W., 1939: Ernährungstabellen. Springer, Berlin.
- STEUDEL, H., 1948: Methoden der Stoffwechseluntersuchung. Barth, Leipzig.
- STICH, W., u. WOLFF, G., 1951: Anwendung und Beurteilung der Traubenzucker-Belastungsproben. *Med. Welt* **20**, 1535.
- STRANGMANN-KOEHLER, J., u. LUDWIG, W., 1954: Untersuchungen über die Komponenten der Seitigkeit des Menschen, insbesondere die Venigkeit. *Zschr. menschl. Vererb. Konstit.lehre* **32**, 219.
- STRASSMANN, G., 1933: Die Blutgruppenbestimmung an der Leiche. *Dtsch. Zschr. gerichtl. Med.* **21**, 168.
- STURM, A., u. WAWERSIK, F., 1949: Zur kritischen Auswertung vegetativer Regulationsprüfungen. *Med. Klin.* **44**, 1281.
- TERRY, M. C., 1939: Artificial concentration of test serums in blood grouping. *J. Amer. Med. Ass.* **112**, 135.
- TISDAL, L. W., u. GARLAND, J. M., 1945: Large scale testing for rh negative blood. *J. Amer. Med. Ass.* **129**, 1079.
- THOMSEN, O., 1926: Ein vermehrungsfähiges Agens als Veränderer des isoagglutinatorischen Verhaltens der roten Blutkörperchen, eine bisher unbekannte Quelle der Fehlbestimmung. *Zschr. Immunit.forsch.* **52**, 85.

- THOMSEN, O., FRIEDENREICH, V., u. WORSAAE, E., 1930: Über die Möglichkeit der Existenz zweier neuer Blutgruppen; auch ein Beitrag zur Beleuchtung sogenannter Untergruppen. *Acta path. microbiol. Scand.* **7**, 157.
- — — 1930: Die wahrscheinliche Existenz eines neuen, mit den drei bekannten Blutgruppengenen (O, A, B) allelomorphen A' benannten Gens mit den daraus folgenden zwei neuen Blutgruppen A' und A'B. *Klin. Wschr.* **9**, 67.
- UHLENHUT, P., u. WEIDANZ, O., 1909: Praktische Anleitung zur Ausführung des biologischen Eiweißdifferenzierungsverfahrens. Fischer, Jena.
- VELHAGEN, K. jun., 1952: Tafeln zur Prüfung des Farbsinnes. 21. Aufl. der Stilling-Hertel'schen Tafeln. Thieme, Leipzig.
- VERSCHUER, O. v., 1944: Vaterschaftsbestimmung. *Erbarzt* **12**.
- WALCHER, K., 1939: Gerichtliche, medizinische und kriminalistische Blutuntersuchung. Springer, Berlin.
- WAWERSIK, F., 1949: Vegetative Belastungsproben mit Insulin und Adrenalin. *Nervenarzt* **1949**, 101.
- WEBER, W., 1942: Beitrag zur Methode, Statistik und Erbllichkeit der Geschmacksempfindung für PTC. *Erbarzt* **10**.
- WHEELER, K. M., SAWIN, P., and STUART, C. A., 1939: Immune specific M agglutinins. *J. Immunol.* **37**, 159.
- WIENER, A. S., 1939: Technique of blood grouping tests preliminary to blood transfusion. *Amer. J. Clin. Path. Techn. Suppl.* **3**, 145.
- 1944: New test (blocking test) for Rh sensitization. *Proc. Soc. Exper. Biol. Med.* **56**, 173.
- 1945: Conglutination test for Rh sensitization. *J. Laborat. Clin. Med.* **30**, 662.
- 1946: Technic of Rh-testing. *Amer. J. Med. Technol.* **12**, 95.
- 1951: The Rh-Hr blood types: serology, genetics and nomenclature. *Transact. N. Y. Acad. Sci.* **199**.
- 1954: Rh-Hr blood types. Grune and Stratton, New York.
- 1955: Rh-Hr-Syllabus. Thieme, Stuttgart.
- WIENER, A. S., and SONN, E. B., 1943: Additional variants of the Rh-type demonstrable with a special human anti-Rh-serum. *J. Immunol.* **47**, 461.
- WILDFÜHR, G., 1939: Über Immunisierungsversuche zwecks Gewinnung brauchbarer Anti-M- und Anti-N-Immunseren. *Zschr. Immunit.forsch.* **96**, 486.
- WOHNICH, H., 1949: Eine neue Apparatur zur Hauttemperaturmessung. *Med. Mschr.* **3**, 436.
- WOLFF, E., 1932: Zur Technik der Herstellung von Anti-M- und Anti-N-Serum. *Zschr. Rassenphysiol.* **5**, 159.
- WOLFF, G., 1952: Anwendung und Auswertung von Traubenzucker-Belastungsproben. *Ärztl. Praxis* **4**, 2.
- WUHRMANN, F., u. WUNDERLY, CH., 1947: Die Bluteiweißkörper des Menschen. Untersuchungsmethoden und deren klinisch-praktische Bedeutung. Schwabe, Basel.
- WÜNSCHE, O., 1936: Über die Herstellung von Agglutininlösungen durch das Absprengverfahren. *Zschr. Rassenphysiol.* **8**, 21.
- WYSS, F., u. MATTI, H., 1949: Über eine neue Apparatur zur Bestimmung der Kapillarresistenz. *Schweiz. med. Wschr.* **28**, 644.
- ZACH, ST., 1952: Die Möglichkeit der Darstellung vegetativer Funktionen auf elektrischem Weg. *Wien. med. Wschr.* **1952**, 3.
- ZACH, F., u. PAVELKA, R., 1953: Probleme und Ergebnisse nach den bisherigen Erfahrungen mit der modifizierten Elektrodermatometrie. *Arch. phys. Ther.* **5**, 335.
- ZEHNDER, M. A., 1951: Fluorescin-Hautresorptionstest. *Schweiz. Med. Wschr.* **81**, 301.
- ZEISS, C., u. PLÄTNER, K., 1950: Klinische Kalorimetrie mit dem Pulfrich-Photometer. Fischer, Jena.



*"A book that is shut is but a block"*

**CENTRAL ARCHAEOLOGICAL LIBRARY**

GOVT. OF INDIA  
Department of Archaeology  
**NEW DELHI.**

Please help us to keep the book  
clean and moving.

S. B. 148. N. DELHI.

